



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

**PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS OBRAS
CIVILES EN EL DEPARTAMENTO DE EQUIPOS Y
MAQUINARIAS DE LA EMPRESA HM CONTRATISTAS S.A,
LIMA-2017.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA

ESPINOZA PALACIOS JESSICA JERALDIN

ASESOR

ING. MARGARITA EGUSQUIZA RODRIGUEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

LIMA – PERU

2017

PÁGINA DE JURADO

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi familia
por todo el apoyo que siempre me brindo,
la dedicación y el tiempo así como sus
consejos de seguir superándome cada día
pero sobre todo por enseñarme
el valor del esfuerzo y dedicación
y que todo lo uno se propone
lo consigue.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y familiares por todo su colaboración y dedicación, pero sobre todo, a mi hermana ya que con su experiencia e iniciativa me ha podido guiar e influir en mi carrera universitaria

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo **Jessica Jeraldin Espinoza Palacios** con DNI **Nº 48298079**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 24 de Julio del 2017

Jessica Jeraldin Espinoza Palacios

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A, Lima-2017.”, la misma que someto a vuestra consideración y

espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Industrial.

Jessica Jeraldin Espinoza Palacios

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I.INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad problemática.....	15
1.2 Trabajos previos.....	21
1.3 Teorías relacionadas al tema	27
1.3.1 Mantenimiento productivo total -TPM.....	27
1.3.1.1 Definición del TPM	27
1.3.1.2 Pilares del TPM	28
1.3.1.3 Dimensión del Mantenimiento Productivo total.....	30
1.3.2 Competitividad.....	32
1.3.2.1 Definición de competitividad	32
1.3.2.2 Dimensiones de competitividad	32
1.4 Formulación del problema	35
1.4.1 Problema general	35
1.4.2 Problemas específicos.....	35
1.5 Justificación.....	35
1.5.1 Justificación social	35
1.5.2 Justificación económica.....	36
1.5.3 Justificación teórica	36
1.5.4 Justificación práctica	36
1.6 Hipótesis.....	37
1.6.1 Hipótesis general	37
1.6.2 Hipótesis específicas	37
1.7 Objetivos.....	38
1.7.1 Objetivo general	38
1.7.2 Objetivos específicos	38
II. MÉTODO.....	39

2.1 Diseño de investigación	40
2.1.1 Tipo de estudio.....	40
2.1.2 Nivel de investigación	40
2.1.3 Enfoque de investigación	40
2.1.4 Diseño de investigación.....	41
2.2 Variables, operacionalización	42
2.2.1 Variables	42
2.2.2 Matriz de operacionalización	43
2.3 Población y muestra	44
2.3.1 Población	44
2.3.2 Muestra.....	44
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	44
2.4.1 Técnicas	44
2.4.2 Instrumentos.....	44
2.4.3 Validez	47
2.4.4 Confiabilidad.....	47
2.5 Métodos de análisis de datos.....	48
2.6 Aspectos éticos	48
2.7 Desarrollo de proyecto de tesis	49
2.7.1 Situación actual.....	49
2.7.2 Propuesta.....	58
2.7.3 Mejora.....	73
2.7.4 Situación de mejora.....	81
2.7.5 Análisis beneficio Y Costo.....	83
III. RESULTADOS	89
3.1 Análisis inferencial	90
3.1.1 Análisis de Hipótesis General	90
3.1.2 Contrastación de la Hipótesis general:.....	91
3.1.3 Análisis de la primera Hipótesis Específica	92
3.1.4 Contrastación de la primera hipótesis específica	93
3.1.5 Análisis de la segunda Hipótesis Específica	95
3.1.6 Contrastación de la segunda hipótesis específica.....	96
3.1.7 Análisis de la tercera Hipótesis Específica	98
3.1.8 Contrastación de la primera hipótesis específica	99
IV. DISCUSIÓN.....	102

4.1 Discusión	103
5.1 Conclusiones	107
VI. RECOMENDACIONES.....	109
6.1 Recomendaciones	110
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
7.1Referencias Bibliográficas	113
VIII.ANEXOS.....	118
ANEXO 01	119
ANEXO 02	111
ANEXO 03	122
ANEXO 04	123
ANEXO 05	124
ANEXO 06	125
ANEXO 07	127
ANEXO 08	128
ANEXO 09	129
ANEXO 10	130

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Escala de Likert.....	19
Tabla 2: Frecuencias relativas de la Regla 80-20	20
Tabla 3: Matriz de operacionalización de variable	43
Tabla 4: Ficha de observación del TPM	45
Tabla 5: Ficha de observación del TPM	46
Tabla 6: Productividad de la empresa HM Contratistas S.A	50
Tabla 7: Prueba de normalidad de competitividad Kolmogorov smirnov	90
Tabla 8: Comparacion de medias de competitividad antes y después con Wilcoxon	91
Tabla 9 : Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Competitividad	92
Tabla 10: Prueba de normalidad de competitividad Kolmogorov smirnov	93
Tabla 11: Comparacion de medias de eficacias antes y después con Wilcoxon.....	94
Tabla 12 : Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Eficacia.	95
Tabla 13: Prueba de normalidad de eficiencia Kolmogorov smirnov	96
Tabla 14:: Comparacion de medias de competitividad antes y después con Wilcoxon ...	97
Tabla 15: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Eficiencia	98
Tabla 16: Prueba de normalidad de calidad Kolmogorov smirnov	99
Tabla 17: Comparacion de medias de calidad antes y después con Wilcoxon	100
Tabla 18: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Calidad.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de causa y efecto - Ishikawa	18
Figura 2: Diagrama de Pareto 80-20	21
Figura 3: Grafico de la productividad de la empresa HM Contratistas S.A.....	50
Figura 4: Listado de maquinarias.....	52
Figura 5: Cronograma de acciones correctivas	59
Figura 6: Listado de código de máquinas.....	66
Figura 7: Listado de códigos nuevos de máquinas.....	68
Figura 8: Diagrama de flujo de mantenimiento autónomo	69
Figura 9: Diagrama de TPM Personal.....	70
Figura 10: Diagrama de TPM practico	71
Figura 11: Formación de grupo de capacitaciones	72
Figura 12: Cronograma de capacitaciones	72
Figura 13 :Registro de máquinas.....	74
Figura 14: Flujograma de mantenimiento planificado.....	75
Figura 15: Diagrama de proceso de check list	76
Figura 16: manual de mantenimiento preventivo	77
Figura 17: Portada de software de mantenimiento preventivo.....	78
Figura 18: Diagrama de software.....	79
Figura 19: Cumplimiento de tareas preventivas	80
Figura 20: Gráficas de rendimiento	80
Figura 21 :Gráfica de productividad	81
Figura 22: Gráfica de eficiencia y eficacia.....	82
Figura 23: Costos de mano de obra	83
Figura 24: Costos de repuestos de maquinarias Pre	83
Figura 25 :Costos de repuestos de maquinarias POST	86
Figura 26: Costos de mantenimientos PRE	87
Figura 27 :Costos de mantenimientos POST	88
Figura 28: Cuadro de resumen de costos/beneficio	88

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como título “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A, Lima-2017.” el cual tiene como objetivo general

“Determinar como la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A”. La recolección de datos se realizó en un periodo de 90 días, nuestra población fue el mantenimiento que se realizó a las máquinas de construcción en un periodo de 90 días, dejando claro que no se necesita sacar muestra, por lo que la muestra es de tipo censal. Para la recolección de datos se realizó una ficha de observación y se recolecto durante el mes de agosto y diciembre. El tipo de investigación es aplicada porque se buscó el resolver problema principal a través de un diagrama Ishikawa conjuntamente con un diagrama de Pareto y en base a ello se realizó la aplicación del TPM. Es cuasi experimental porque la asignación de los sujetos u objetos de investigación no es aleatoria y el nivel es explicativa porque busca la relación de las variables al enfocarse en encontrar en porque sucede las cosas y en que circunstancias procede. Por ende, el resultado final nos demuestra que nuestra aplicación es aceptable y cumple con todos los requisitos mostrados.

Palabras clave: TPM , autónomo , planificado

ABSTRACT

The research work is entitled "Application of total productive maintenance to improve the competitiveness of civil works in the equipment and machinery department of the company HM Contratistas S.A, Lima-2017", which has as general objective

"Determine how the application of Total Productive Maintenance improves the competitiveness of civil works in the equipment and machinery department of the company HM Contratistas S.A". The data collection was performed in a period of 90 days, our population was the maintenance that was done to the construction machines in a period of 90 days, making it clear that no

You need to take samples, so the sample is census type. For data collection, an observation sheet was collected and collected during the month of August and December. The type of investigation is applied because the main problem was solved through an Ishikawa diagram in conjunction with a Pareto diagram and based on this the implementation of the TPM was carried out. It is quasi-experimental because the assignment of research subjects or objects

Is not random and the level is explanatory because it seeks the relationship of variables by focusing on finding out why things happen and under what circumstances. Therefore, the final result shows us that our application is acceptable and meets all the requirements shown.

Key words: TPM, autonomous, planned

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En los últimos quince años el Perú ha tenido un crecimiento económico ascendente y sostenido que se ha visto reflejado en diversas obras de construcción, infraestructura, obras viales, etc., que ha generado la aparición de diversas empresas constructoras encargadas de realizar dichos proyectos, ello a su vez ha suscitado competitividad y exigencia en la calidad de los servicios prestados.

La competitividad en las empresas del sector construcción no es un fenómeno local, sino que se puede apreciar en diversos países. De acuerdo al Ministerio de Turismo de España (2012) el sector construcción ha sufrido un receso, generado por la crisis económica iniciada en el 2007, donde 135.000 empresas cerraron o se disolvieron por la falta de proyectos, representando este monto el 20.0% de empresas del sector, ello demuestra que las empresas más competitivas o las que se insertaron en el mercado pudieron afrontar la crisis en el sector construcción. Ya para el 2011 los índices económicos fueron normalizándose y con ello aumentó los proyectos y obras civiles (p.281).

Por otra parte, de acuerdo al Unidad de Monitoreo y Análisis de la Competitividad (UMAC) de Panamá (2012) el sector de construcción creció 18.2% en el último periodo, dando dinamismo a la economía panameña, ya que este sector impacta directa e indirectamente en otros sectores económicos del país. Las diversas obras de construcción de gran envergadura (megaproyectos, vías de comunicación. Edificios, obras comerciales) ha posicionado a las empresas panameñas como una de las más competitivas de Centro América, ya que cuentan con la experiencia, financiamiento y personal calificado para formar parte de grandes obras de construcción (p.1).

Asimismo, la competitividad del sector construcción en México ha sido analizada por Morales y Blanco (2007) quienes señalaron que la competitividad en la construcción se encuentra relacionada con la eficiencia en la gestión, de acuerdo al estudio hay una brecha significativa de la competitividad de las grandes empresas y las medianas y pequeñas organizaciones del sector construcción, las grandes empresas cuentan con capitales extranjeros que son un respaldo al momento de acceder a grandes obras, lo cual no pueden alcanzar las medianas y pequeñas empresas, que se dedican a obras civiles de menor escala, ello hace que

las empresas no puedan ser competitivas, a pesar que la economía mexicana se presenta estable y con proyección a seguir fortaleciéndose (p.57).

De igual forma se analiza la competitividad en el sector construcción en Chile, de acuerdo a un informe presentado por la Cámara Chilena de la Construcción (2015) revela que la actividad constructiva ha sido inestable, ello por la fluctuación económica generada por la crisis minera. En la última década el 13.2% de empresas constructoras se han declarado en quiebra, a ello se suma numerosas inmobiliarias que también quebraron dentro de este periodo. Si bien este sector se ha caracterizado por ser muy cambiante, se espera que se estabilice con el inicio de grandes proyectos del sector público, así impulsar el crecimiento de la construcción (p.6).

Respecto al entorno nacional un estudio de Comex Perú (2015) refiere que hay una gran demanda de materiales e insumos relacionados a la construcción como es el caso del cemento, ello por los diversos proyectos de viviendas (concentrando el 60.0%) y programas de vivienda del estado, lo que indica un crecimiento de este sector para los años que vienen (p.1).

De acuerdo al portal económico Peruano Gestión (2016, p.1) este sector tendría un crecimiento hasta del 4%, el cual se debe al repunte de obras del sector público, sobre todo en lo referido a las viviendas, así como la innovación de los planes del alquiler-venta y leasing inmobiliario.

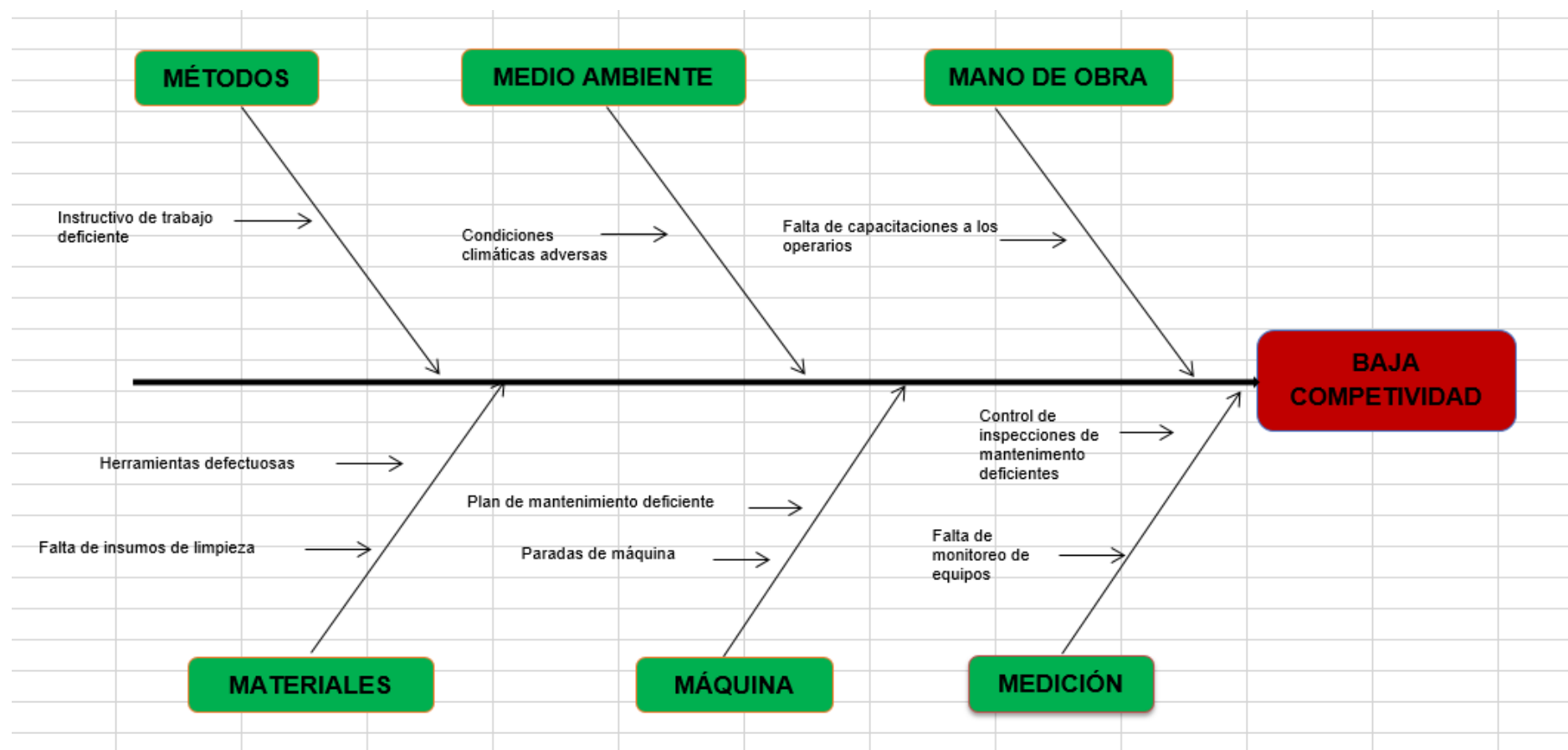
De igual forma en Perú según datos del INEI (2016) la producción del sector construcción creció en 5.37%, con ello se incrementó el consumo interno del cemento (4.52%), siendo favorecido por las inversiones públicas y privadas (proyectos mineros, edificios de viviendas, centros comerciales, infraestructura vial, etc.) (p.1). De igual forma datos recogidos de Siicex (2015) revelan que Perú se encuentra dentro de los países líderes en construcción en la región, y junto a ello destacan las exportaciones peruanas relacionados a materiales de construcción como es el cemento, acabados de construcción y productos ferreteros (p.7).

A su vez el portal Gestión (2016) referenciado a Capeco, expresa que el sector construcción mejoraría para el año 2016, creciendo hasta 4.0%, ya para marzo el PBI de este sector acumuló un 2.10%.

Estos datos demuestran que el sector construcción sigue en ascenso y crecimiento continuo por la demanda de obras públicas y privadas que promueven las actividades de las empresas constructoras, aunque es dentro de este contexto que hay una intensa competitividad, ya que al haber múltiples unidades económicas dedicadas a servicios en la construcción se incrementa la competencia y destacan las empresas que cuentan con experiencia en el mercado, y que cuentan con una gestión de calidad en todos sus procesos, infraestructura y maquinaria disponible.

Es en este ámbito que se explora el presente estudio, delimitándola en la empresa HM Contratistas S.A, la cual se dedica a la construcción de edificios, consultoría, proyectos inmobiliarios, etc., que demanda el uso de personal calificado y de maquinarias y equipos para el desarrollo y ejecución de los proyectos. Es en el mantenimiento de los equipos y máquinas que realiza la empresa que presenta diversos problemas, tanto en los métodos de trabajo, uso de materiales, impacto al medio ambiente, mano de obra y la medición, el cual fue detallado en la Figura N°1.

Figura 1: Diagrama de causa y efecto - Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Acorde al diagrama presentado la empresa HM Contratistas S.A presenta deficiencias en el mantenimiento de máquinas y equipos, ya que no cuenta con métodos establecidos para las órdenes de trabajo en las máquinas el cual retrasa las operaciones, de igual forma no se han estandarizado los métodos de trabajo en las máquinas y equipos, lo que origina mal uso de equipos y desperfectos por mala operación. Otros de los problemas observados es que muchas herramientas para el mantenimiento se encuentran defectuosas, gastadas y sucias; con ello no se puede brindar el mantenimiento adecuado, de igual forma es preocupante las constantes paradas de máquina que genera despilfarros de materiales y demora en los servicios. De igual forma otro limitante es que muchas de las máquinas se encuentran muy gastadas y piezas importantes corroídas. Dentro de este panorama el control de inspecciones del mantenimiento es deficiente, así como la preparación y capacitación del personal. Todos estos problemas generan que la empresa no sea competitiva frente a la competencia, ya que un elemento básico para optimizar los procesos y actividades entre las empresas constructoras es contar con la maquinaria y equipos disponibles que favorezcan en el desarrollo de actividades, caso contrario habrá retrasos, reclamos, mayor costo por día de demora, disconformidad de los clientes, que perjudicará a la empresa. El impacto de cada uno de los problemas se mide a través de la escala de Likert el cual trabajo en base a las causas primordiales que el personal involucrado conoce el cual será medido a través de una puntuación asignada, así como se muestra en la Tabla N° 1

Tabla 1: Escala de Likert

CAUSAS	SUPERVISOR TECNICO	INGENIERO CIVIL	INGENIERO AMBIENTAL	OPERARIO	INGENIERO DE SEGURIDAD	TOTAL
Instructivo de trabajo deficiente	2	2	1	2	1	8
Condiciones climáticas adversas	1	1	1	1	1	5
Falta de capacitaciones a los operarios	5	5	4	4	5	23
Herramientas defectuosas	1	2	1	1	2	7
Falta de insumos de limpieza	2	1	1	1	1	6
Plan de mantenimiento deficiente	5	5	5	5	5	25
Paradas de máquina	5	5	5	5	4	24
Control de inspecciones de mantenimiento deficientes	5	4	3	4	4	20
Falta de monitoreo de equipos	4	3	3	4	4	18

Fuente: Elaboración propia

Tabla de escala de Valor

ESCALA	VALORES
1	TOTALMENTE EN DESACUERDO
2	EN DESACUERDO
3	INDIFERENTE
4	DE ACUERDO
5	TOTALMENTE DE ACUERDO

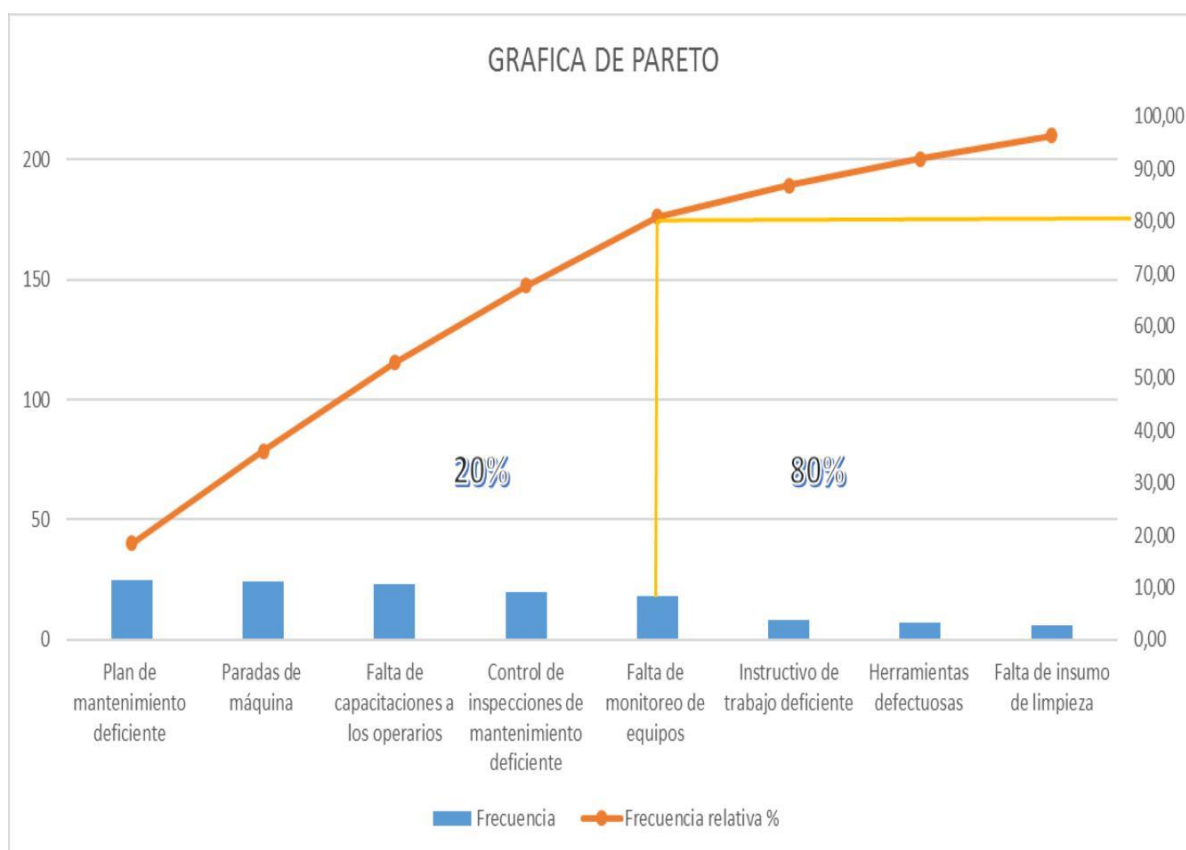
Tabla 2: Frecuencias relativas de la Regla 80-20

CAUSAS	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia %	Frecuencia relativa %	REGLA DE 80-20
Plan de mantenimiento deficiente	25	25	18,38	18,38	20%
Paradas de máquina	24	49	17,65	36,03	
Falta de capacitaciones a los operarios	23	72	16,91	52,94	
Control de inspecciones de mantenimiento deficiente	20	92	14,71	67,65	
Falta de monitoreo de equipos	18	110	13,24	80,88	80%
Instructivo de trabajo deficiente	8	118	5,88	86,76	
Herramientas defectuosas	7	125	5,15	91,91	
Falta de insumo de limpieza	6	131	4,41	96,32	
Condiciones climáticas adversas	5	136	3,68	100,00	
TOTAL	136				

Fuente: Elaboración propia

En figura Nº 2 se muestra la representación gráfica de la Tabla de frecuencia de la regla 80-20 en el cual se aprecia diversos problemas relacionados al mantenimiento de las máquinas que ocasionan tiempos muertos y/o perdidos, destacando las paradas de máquina, falla mecánica, corrosión de las piezas, plan de mantenimiento, la falta de estandarización de metodología de trabajo en la máquina, corrosión de las piezas de máquina, control de inspección de mantenimiento deficientes y el estado de las herramientas para la reparación el cual implica detener un proceso o parte de las obras que se realiza, control de inspecciones, por lo que es necesario contar con un sistema de mantenimiento integral que disminuyan las paradas de máquina, desperfectos, demoras en las tareas, costo de mantenimiento, costo de obra, etc. Todo ello puede ser subsanado con el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el cual a su vez, aumentaría la competitividad de la empresa frente a la competencia y a favor de sus clientes.

Figura 2: Diagrama de Pareto 80-20



Fuente: Elaboración propia

1.2 Trabajos previos

Internacionales

MANSILLA, Natalia. Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Ingeniero de alimentos). Santiago: Universidad de Chile, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología, 2011. 133 pp. En la presente investigación la autora propone como objetivo central implementar los cinco pasos del TPM en todas las líneas de producción de una industria alimentaria. Como parte de la aplicación del TPM se aprecian los siguientes resultados; se redujeron los productos no conformes de 30 a 13 reclamos por año, las fallas de máquinas disminuyeron de 5702 a 2631 en un periodo de un año, las fallas asociadas de la calidad de los productos tuvieron una disminución de 3094 a 994 en un año. Del estudio se

concluyó que el análisis inicial en las líneas de producción demostró problemas en la rotulación, productos no conformes por falla de equipos y fallas en la calidad del producto final. Todas estas fallas disminuyeron significativamente a partir de la aplicación del TPM.

REMACHE, Milton. Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el manejo eficiente del Centro de Producción Siderometalúrgico El Sol. Tesis (Ingeniero en electromecánica). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias de la ingeniería y Aplicadas. 2011. 189 pp. En la presente investigación el autor propone la aplicación de la filosofía del TPM para mejorar la producción, confiabilidad y disposición de equipos y máquinas. Entre sus resultados demostró que posterior a la aplicación del TPM se demostró que la mayoría de los trabajadores estuvieron conformes para adecuarse a los lineamientos del TPM y que su aplicación (93,33%) sería beneficiosa para la producción, de igual forma se demostró que la disposición de equipos y máquinas mejoró de un 47% al 78%, siendo evidente la mejora del mantenimiento productivo total. Se concluyó que la aplicación del TPM permitió el buen funcionamiento de las máquinas y equipos, impactando positivamente en la producción, confiabilidad, disponibilidad de equipos, entrega de los productos dentro de los plazos establecidos, todo ello mejoró la confiabilidad y posicionamiento de la empresa frente a su competencia.

AVILA, Ricardo. Implementación del TPM en el Área de POP (Producto o Punto de venta). Tesis (Ingeniero industrial). Querétaro: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2011. 40 pp. En el presente estudio el autor propuso disminuir el número de fallas de máquinas y equipos a partir de la implementación del TPM en el área de POP en una empresa gráfica. Posterior a la aplicación se pudo reducir los tiempos muertos por parada de máquinas, disminución de accidentes en las áreas donde se aplicó el TPM, sobre todo por llevar a cabo las 5s, y se aumentó la producción. Del estudio se concluyó que la aplicación del TPM mejora sustancialmente la calidad de los productos terminados, disminuye los tiempos de producción, genera menos paradas de máquina, lo cual se traduce en una mayor rentabilidad para la empresa, ya que se abarca mayores pedidos y se entrega en menor tiempo.

MORALES, Juan. Implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) al taller automotriz del I. Municipio de Riobamba (IMR). Tesis (Ingeniero automotriz). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería Automotriz, 2012. 161pp. En la presente investigación el autor propone como objetivo general implementar los pilares del TPM en un taller automotriz a partir de ello insertar la mejora continua en cada una de sus actividades. De sus resultados destaca que a partir de la implementación de las 5s (pilar del TPM) se pudo organizar, limpiar y estandarizar las zonas de trabajo y los procesos, ello a su vez, ayudo a cumplir con las tareas programadas. De igual forma el TPM ayudó a mejorar la disponibilidad de máquinas y equipos, incidiendo en el mantenimiento preventivo y predictivo. En sus conclusiones se estableció que se logró cambiar el hábito del personal, haciéndolos más proactivos y generando actitudes positivas al orden y la limpieza de las áreas de trabajo. De igual forma a partir del TPM la organización de los recursos estuvieron en función a las necesidades del trabajo.

TUAREZ, César. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Tesis (Magíster en gestión de la productividad y la calidad). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de ciencias naturales y matemáticas, 2013. 167 pp. En el presente estudio el autor propuso efectuar la implantación gradual del TPM en los procesos de una planta embotelladora. Entre sus resultados se aprecia que posterior a la implantación del TPM la calibración de equipos paso de 45 minutos a 28 minutos, de igual forma las paradas de máquina por averías se redujo de 113 minutos a 80 minutos, siendo significativo la disminución del tiempo. Del estudio se concluyó que inicialmente se apreció resistencia del cambio entre los operarios y personal de planta, posterior a las capacitaciones y resultados del TPM la aceptación fue integral entre los trabajadores. Del mismo modo se pudo mejorar las actividades del mantenimiento correctivo y preventivo, dentro de esa misma línea se demostró que la OEE se incrementó del 66, 67% al 74,84%.

BRENES, Kevin. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Metodología Cinco Eses (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco. Tesis (Ingeniería en Mantenimiento Industrial). San José: Escuela de Ingeniería Electromecánica, Facultad de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, 2016. 168 pp. En la investigación el autor propuso incrementar la productividad de los equipos y máquinas a partir de la implementación del TPM. En sus resultados demostró que la productividad aumentó en un 40.0% entre sus conclusiones señaló que hubo un incremento de 1.2000.000 dólares, y el cálculo de OEE incrementó en un 24.0% a partir de la reducción en los tiempos del mantenimiento.

Nacionales

RIVERA, Enrique. Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2011. 232 pp. En la presente investigación el autor describe los alcances del mantenimiento industrial en los procesos de producción. Entre sus resultados de naturaleza teórica señala que la gestión de mantenimiento debe iniciarse con un diagnóstico y un plan de implementación que cuente con los procedimientos de gestión, de procesos, personal, plan de mantenimiento, herramientas y control, cada uno de estos elementos optimizará el mantenimiento en máquinas y equipos. De igual forma concluye que para garantizar el éxito de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial se debe contar con las herramientas e instrumentos necesarios, así como el personal capacitado para realizar el mantenimiento, a partir de estos dos elementos se puede cumplir con los objetivos trazados en el área de mantenimiento.

TORRES, Juan. Gestión del control de maquinaria pesada en obras viales usando tecnologías de la información. Tesis (Magíster en Gestión y Administración de la Construcción). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. 131 pp. En la presente investigación el autor propuso diversas estrategias de gestión y control a través del mantenimiento de las maquinarias pesadas en las obras de carreteras. Como parte de sus resultados señaló que una adecuada gestión del mantenimiento reduce los costos de construcción, ahorra tiempo y dinero en los trabajos de mantenimiento y mejora la producción o avance de obra. Concluye a su vez que la

gestión del control de maquinaria pesada a través del área de mantenimiento requiere de un plan maestro que permita programar las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, con ello garantizar la operatividad y disponibilidad de los equipos, uno de los efectos inmediatos es que los avances de las obras se realizarán dentro de lo programado, disminuyendo los costos en las operaciones viales.

VALDIVIA, Román. Gestión de mantenimiento y reparación de equipo pesado en la construcción de carreteras. Tesis (Ingeniero mecánico-eléctrico). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2012. 105 pp. En el presente estudio el autor propone como objetivo aplicar la gestión de mantenimiento a diversos equipos pesados utilizados en la construcción de carreteras en diversas obras. Entre sus resultados se determinó que la gestión de mantenimiento es un método efectivo en la reducción de paradas de los equipos, disminución de tiempos muertos en cada proceso constructivo, garantizar la seguridad en campo y disminuir las fallas mecánicas. De igual forma se concluyó que la gestión de mantenimiento ayudó a disminuir los costos de operación, ya que la inoperatividad de los equipos retrasa los avances en campo, generando gastos imprevistos. Es necesario aplicar diversos métodos de mantenimiento (preventivo, centrado en la confiabilidad, predictivo), con ello optimizar las operaciones en la construcción de carreteras.

CRUZADO, Antonio. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de Mypes del sector textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2014. 99pp. En el presente estudio el autor propone un modelo de gestión de mantenimiento aplicado a los procesos de las Mypes textiles. De sus resultados se estimó que las máquinas que presenten más fallas en el proceso de manufactura son la remalladora, la recubridora, bordadora y la recta; el mantenimiento brindado por las Mypes del sector textil solo alcanza un nivel bajo (35.14), lo que genera retrasos en la producción y baja competitividad. Con la aplicación de la gestión de mantenimiento se mejoró la productividad en un 17% y disminuyó las paradas de máquina de un 68% a 32%. Concluyendo que la puesta en práctica de la gestión de mantenimiento debe partir del diagnóstico de las áreas de mantenimiento y

producción, así relacionar los dos factores, posterior a ello se estableció que la gestión de mantenimiento es una herramienta necesaria para garantizar la operatividad de los equipos, cumplimiento de los pedidos, aumento de la productividad y elevar la competitividad.

MUÑOZ, José. Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2014. 238 pp. En la investigación el autor propone la implementación de la gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia en la operación y conservación de máquinas y equipos. De sus resultados se pudo establecer que con una inversión de 124.000 el TIR estimado en cinco años sería del 18% en un estimado pesimista y en uno más favorable en 107%. Se concluyó que la empresa pierde en promedio 34627.00 soles en ventas por no contar con la disponibilidad de todas las máquinas y equipos de producción, por lo que es necesario aplicar el mantenimiento preventivo y predictivo, así alcanzar una fiabilidad del 88.0% de las máquinas en los primeros tres años y con el tiempo llegar al 100%, con ello garantizar la disposición de los equipos y máquinas para todas las líneas de producción.

ÑAUPARI, Robert. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de equipos médicos del centro de Salud FAP mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento TPM. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015. 211 pp. En el presente estudio el autor propone un sistema de gestión del mantenimiento basado en TPM y la aplicación de la técnica de mantenimiento en la disponibilidad absoluta del equipo que permita cumplir los objetivos estratégicos de la entidad. Entre sus resultados se pudo estimar que el costo por paralización de equipos fue de S/. 100,228.22, a S/.182,570.20. concluyendo que con la implementación del sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total TPM, se logró reducir los costos en un 65%, referente al impacto económico de las paradas de los tres equipos desde el año 2014 a junio 2015 que ascendieron a S/.636,650.00 en total. Se logró demostrar además mantener la línea de sostenibilidad para los próximos 5 años.

FUENTES, Sebastián. Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la Empresa Hilados RICHARD'S S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 111 pp. En el presente estudio el autor propone elaborar e implantar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir costos de producción. Entre sus resultados se pudo demostrar que posterior a la implementación de la propuesta la disponibilidad de las máquinas alcanzó un 99.96% en promedio, la tasa de ejecución de proyectos fue de 96.85%, la calidad de las prendas correspondió al 99.92% y la eficiencia en el aprovechamiento de la maquinaria se mejoró sobre el 87.0%. Se concluyó que se alcanzó un ahorro de S/.103 020, 53 cada seis meses. A partir del sistema de gestión aplicado a la empresa se garantizó la disponibilidad de las máquinas y equipos y se disminuyó en 30.0% las fallas.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Mantenimiento productivo total -TPM

1.3.1.1 Definición del TPM

Mora (2010) refiere:

“El Mantenimiento productivo Total buscar eliminar averías y fallas repetitivas que limitan la disponibilidad de equipos y su operatividad. Ello a través de una metodología que diagnóstica, analiza y optimiza los procesos de averías, fallas frecuentes, falta de repuestos, predicción de fallas, estimación de la vida útil de las piezas, defectos de procesos, asegurando así la disponibilidad continua de las máquinas y equipos” (p.441).

Asimismo, Cuatrecasas (2012) define:

“El TPM o mantenimiento productivo total es un nuevo concepto de gestión de mantenimiento, el cual busca la participación del personal de forma activa, en todos los niveles de la empresa. Extendiéndose en diversos ámbitos, como el mantenimiento preventivo PM: que es parte de la planificación y la previsión para detectar y evitar averías y paradas de máquina. Mantenimiento autónomo MA: acción realizada por los operarios en sus puestos de trabajo. Previsión de mantenimiento MP: mantenimiento que conforma la ingeniería de desarrollo y parte desde el diseño de los equipos” (p.673).

Por su parte Hernández y Vizán (2013) señalan:

“El Mantenimiento Productivo Total impulsa métodos de trabajo confiables en el cuidado de los equipos y máquinas, concientizando a los operarios respecto a cómo deben abordar el mantenimiento de las máquinas, incidiendo en la prevención, así identificar posibles anomalías antes de que estos se presenten, para ello es necesario seguir pasos y metodologías apropiadas a cada organización, direccionadas a la disponibilidad de las máquinas y equipos” (p.49).

1.3.1.2 Pilares del TPM

De acuerdo con la descripción de Mora (2010, p.441), los pilares del TPM, son un conjunto de pasos y metodologías, las cuales son:

Mejoras enfocadas

Son trabajos y tareas realizadas por grupos de trabajadores, enfocadas en eliminar restricciones que afecten el funcionamiento de las máquinas y equipos, así como optimizar su efectividad en el desarrollo de las tareas.

Mantenimiento autónomo

Se enfoca en tareas de menor rango relacionados al mantenimiento que pueden ser efectuados por los operarios y personal de producción, focalizado en que las áreas de trabajo deben estar impecables.

Mantenimiento planificado

Consiste en acciones puntuales que se le pueden hacer a las máquinas y equipos por parte del personal, centrándose en acciones predictivas, de mejora continua y preventiva.

Mantenimiento de la calidad

Involucra realizar acciones que garanticen el mantenimiento de los equipos, con el propósito de mantener la calidad de los productos.

Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento

Son las tareas relacionadas a la planificación, armado y operación de las máquinas que favorezcan en garantizar la calidad de los procesos y productos que generan. Busca maximizar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas.

Mantenimiento de las áreas administrativas

Está enfocado en coordinar y trabajar en forma conjunta con las áreas logísticas, de operaciones, mantenimiento y producción, así garantizar retrasos en los trabajos y posibles pérdidas que afecte la producción final.

Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento

Promueve la capacitación y el entrenamiento continuo entre el personal encargado del mantenimiento, producción y logística, permitiendo optimizar su desempeño. Con ello se busca que todo personal conozca el funcionamiento de las máquinas, así detectar posibles fallas.

Seguridad, higiene y medio ambiente

Este pilar fomenta la mejora continua, incidiendo en la aplicación de las 5s, así contar con un ambiente limpio y ordenado que minimice retrasos en la producción y accidentes en el personal.

1.3.1.3 Dimensión del Mantenimiento Productivo total

Mora (2010), el cual los ha dividido en:

- Confiabilidad
- Disponibilidad

A continuación, se presenta la descripción de cada una de estas dimensiones desde la óptica de Mora y otros autores.

Dimensión Confiabilidad

Mora (2010) define:

“La confiabilidad de un equipo se genera por procesos específicos que identifican con antelación posibles fallas o deficiencias que podría incidir en su funcionamiento, por lo que se deben anticipar tareas que garanticen su operatividad, haciendo que las máquinas y equipos sean confiables cada vez que sean requeridas” (p.444).

Por su parte Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) señalan:

“La confiabilidad se puede definir “como la confianza al desempeño de un equipo o máquina dentro del proceso establecido y bajo las condiciones esperadas” (p.156).

Indicador confiabilidad: Tiempo medio entre fallas y reparación

La confiabilidad puede ser medida a partir de la siguiente fórmula:

Dónde:

C: Confiabilidad

TMF: Tiempo medio entre fallas

TMR: Tiempo medio para reparación.

$$C: \frac{TMF}{TMR} \times 100$$

Dimensión Disponibilidad

Mora (2010) señala:

“Supone la disposición de un equipo o máquina cada vez que es requerido y que rinde acorde a lo programado dentro de los plazos establecidos. La disponibilidad se puede cuantificar por el tiempo que está funcionando, y por el número de tiempos muertos que no se programen” (p.445).

En cambio, Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) expresan:

“Es la confianza que se le da a un equipo o máquina que ha pasado por mantenimiento, por lo que al ser operada debe funcionar satisfactoriamente. La disponibilidad se puede medir a partir del % de tiempo que se encuentra lista para trabajar en forma continua, sin ningún desperfecto o falla” (p.157).

Indicador disponibilidad: Disponibilidad operacional

La disponibilidad puede ser medida a partir de la siguiente fórmula:

Dónde:

D: Disponibilidad

TF: Tiempo de funcionamiento

TFR: Tiempo de funcionamiento requerido.

$$\%D: \frac{TF}{TFR} \times 100$$

1.3.2 Competitividad

1.3.2.1 Definición de competitividad

Labarca (2007) señala:

“Consiste en la capacidad de las empresas de ser exitosa en forma sostenida frente a la competencia. La competitividad es medible a través de la rentabilidad y productividad, ya que a mayor rentabilidad y productividad con calidad se puede establecer que la organización es altamente competitiva” (p.161).

Aguilera, et al (2011) indican:

“Es la aptitud de una empresa para obtener resultados sobresalientes, mostrando habilidad para manejar los recursos de la empresa a favor de obtener los objetivos trazados. Ser competitivo es manejar e interactuar recursos humanos y económicos para generar productos y servicios de calidad, orientado a satisfacer las necesidades de los clientes y devolviendo con creces la inversión” (p.41).

Finalmente, Benítez (2012) define:

“Señala que la competitividad involucra alcanzar altos estándares relacionados a la calidad del producto, satisfacción de los clientes, cumplimiento de actividades programadas, rentabilidad en función de lo invertido. Ser competitivo requiere sobresalir frente a la competencia y a vista de los clientes, a mayor calidad de los productos y servicios, más competitivo será una empresa” (p.76).

1.3.2.2 Dimensiones de competitividad

Las dimensiones de la competitividad son descritas por Benítez (2012), el cual lo ha dividido en:

- Productividad
- Calidad

A continuación, se presenta la descripción de cada una de estas dimensiones desde la óptica de Benítez y otros autores.

Dimensión Productividad

“Benítez (2012) señala que “la productividad relaciona el número de productos obtenidos dentro del sistema productivo y los recursos que se han usado para alcanzar la producción” (p.78).

Por su parte Carrasco (2014) expresa:

“Es la relación de bienes y servicios que se han producido y el número de recursos utilizados. La productividad es sensible de medirla a partir del rendimiento de las máquinas y equipos, mayor uso de las máquinas mayor será la productividad” (p.98).

Indicadores de la productividad:

Eficacia

$$E1: \frac{(P. L)}{P. P} * 100.0\%$$

E1= Eficacia

P.L= Prod. Lograda

P.P= Prod. Planificada

Eficiencia

$$E2: \frac{(P. R)}{P. P} * 100.0\%$$

E2= Eficiencia

P.R= Prod. Real

P.L= Prod. Lograda

Dimensión Calidad

Duque (2005) indica:

“La calidad debe cumplir con un conjunto de atributos, tanto en el producto o servicio que se ofrece, debe estar orientado a la calidad de los procesos, el trabajo, el servicio brindando (incluyendo el post servicio), información del producto, del personal y en conjunto de la empresa, por lo que se deduce que la calidad debe formar parte de las políticas de la empresa, el cual ayudará a ser más competitivos” (p.67).

Benítez (2012) refiere:

“La calidad empresarial es poder interpretar las necesidades de los usuarios y sus exigencias respecto al producto y servicio que se les ofrece, satisfaciendo así sus expectativas, respecto a lo que se les ofrece. Ello favorece en la fidelización de los clientes y abarcar nuevos segmentos” (p.81).

Indicador de calidad: Obras acabadas de calidad

Dónde:

OC: Obras de calidad

TOO: Total de obras observadas

TOE: Total de obras entregadas

$$\%OC: \frac{TOO}{TOE} * 100$$

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿En qué medida la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.?
- ¿En qué medida la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.?
- ¿En qué medida la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.?

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación social

Se justifica desde el aspecto social ya que la mejora en los procesos y actividades en la empresa HM Contratistas S.A, podrá impactar directamente en su competitividad, el cual beneficiará a sus clientes y la cadena productiva que forma parte de los proyectos y obras de construcción. Asimismo, al ser una empresa competitiva por la mejora de su productividad y calidad en sus servicios habrá mayor trabajo para el personal y por ende asegurar su estabilidad y crecimiento profesional.

1.5.2 Justificación económica

Uno de los principales problemas encontrados en la empresa HM Contratistas S.A son las continuas fallas de los equipos y paradas de máquina, que retrasa el desarrollo de las obras y genera pérdidas económicas. Con la implementación del Mantenimiento Productivo Total se disminuirá estas fallas, así como gastos extras en la reparación mantenimiento de los equipos, el cual ayudará a disminuir los gastos de la empresa.

1.5.3 Justificación teórica

Si bien es cierto hay extensa teoría relacionada al TPM, se ha observado que la mayoría de ellas no está vinculada al sector construcción y al mantenimiento de equipos y máquinas de una empresa constructora, por ello este estudio podrá ser un precedente en este rubro, el cual servirá como fuente de consulta para otros investigadores o cualquier empresa o institución que requiera información de la relación entre la aplicación del TPM y la competitividad.

1.5.4 Justificación práctica

El estudio parte por observar un problema relacionado con la baja competitividad de la empresa HM Contratistas S.A, originada por la baja productividad en las obras civiles por consecuencia de los problemas de mantenimiento de sus máquinas y equipos. Como herramienta para dar solución a este problema se propone aplicar el Mantenimiento Productivo Total, con ello dar solución a los limitantes y falencias que existe en la empresa. Con ello se busca optimizar los procesos que se generan en el desarrollo de las obras que realiza la empresa.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

1.6.2 Hipótesis específicas

- La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.
- La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.
- La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar como la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

1.7.2 Objetivos específicos

- Identificar cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.
- Analizar cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.
- Establecer cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo de estudio

De acuerdo a las características del estudio, variables y alcances establecidos el tipo corresponde al Aplicado, ya que se llevará a cabo la aplicación del Mantenimiento Productivo en la empresa HM Contratistas.

Quezada (2015) señala que “los estudios aplicados contrastan la teoría con aspectos prácticos, llevando a la práctica los supuestos establecidos en la investigación. Este tipo de investigación se utiliza usualmente en trabajos explorativos, explicativos y experimentales, ya que no solo describe un fenómeno de estudio, sino que intenta contrastarlo con la realidad” (p.25).

2.1.2 Nivel de investigación

El nivel de estudio corresponde al Explicativo, ya que se explicará la relación causa y efecto de dos variables de estudio y medir su comportamiento en el tiempo.

Quezada (2015) afirma que “este tipo de estudio combina métodos analíticos y sintéticos, así deducir conclusiones primarias que respondan a los objetivos planteados” (p.23).

2.1.3 Enfoque de investigación

El enfoque de estudio corresponde al cuantitativo, ya que se hará uso de técnicas e instrumentos de recolección de datos sensibles a ser medidos, comparados, contrastados antes y después de la aplicación del TPM, con ello aceptar o rechazar las hipótesis de estudio. Los resultados encontrados generan datos cuantificables y numéricos que serán procesados estadísticamente.

2.1.4 Diseño de investigación

El diseño de estudio corresponde al cuasi experimental. De acuerdo con Quezada (2015) “con este diseño se puede manipular la variable experimental, introduciendo indicadores sensibles a variar en el tiempo, acorde a la intervención del investigador. El investigador manejar intencionalmente la variable a experimentar y observa los cambios que ocurren, usualmente se demuestra con un tratamiento estadístico” (p.27).

De acuerdo a este diseño la contrastación lo conforman tres pasos:

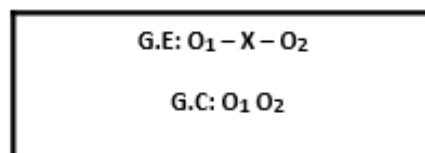
La medición de la variable Competitividad a ser estudiada (pre test).

Aplicación de la variable TPM o experimental X a los Sujetos Y

Una segunda medición de la variable Competitividad (post test).

Se evaluará la competitividad antes y después de la aplicación del mantenimiento productivo total.

Esquema del diseño cuasi experimental:



G: Es el grupo de estudio u objeto que será medido

O1: Se realiza una medición previa o pre – test de la variable Competitividad

X: Se realiza la aplicación/intervención de la variable TPM

O2: Se hace una nueva evaluación o post-test de la variable Competitividad

2.2 Variables, operacionalización

2.2.1 Variables

Definición conceptual de la variable Mantenimiento Productivo Total

“El Mantenimiento productivo Total buscar eliminar averías y fallas repetitivas que limitan la disponibilidad de equipos y su operatividad. Ello a través de una metodología que diagnóstica, analiza y optimiza los procesos de averías, fallas frecuentes, falta de repuestos, predicción de fallas, estimación de la vida útil de las piezas, defectos de procesos, asegurando así la disponibilidad continua de las máquinas y equipos” (Mora, 2010, p.441).

Definición conceptual de la variable Competitividad

“La competitividad involucra alcanzar altos estándares relacionados a la calidad del producto, satisfacción de los clientes, cumplimiento de actividades programadas, rentabilidad en función de lo invertido. Ser competitivo requiere sobresalir frente a la competencia y a vista de los clientes, a mayor calidad de los productos y servicios, más competitivo será una empresa” (Benítez, 2012, p.76).

Definición operacional de variable Mantenimiento Productivo Total

Lo integran una serie de actividades que se desprende de los preceptos del TPM con el objetivo de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa HM Contratistas S.A.

Definición operacional de variable Competitividad

Es la productividad y calidad demostrada en la competitividad en la empresa HM Contratistas S.A.

2.2.2 Matriz de operacionalización

Tabla 3: Matriz de operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
TPM	<p>“El Mantenimiento productivo Total buscar eliminar averías y fallas repetitivas que limitan la disponibilidad de equipos y su operatividad. Ello a través de una metodología que diagnóstica, analiza y optimiza los procesos de averías, fallas frecuentes, falta de repuestos, predicción de fallas, estimación de la vida útil de las piezas, defectos de procesos, asegurando así la disponibilidad continua de las máquinas y equipos” (Mora, 2010, p.441).</p>	<p>Lo integran una serie de actividades que se desprende de los preceptos del TPM con el objetivo de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa HM Contratistas S.A</p>	Confiabilidad	<p>Indicador confiabilidad: Tiempo medio entre fallas y reparación</p> $C: \frac{TMF}{TMR} \times 100$ <p>Dónde: C: Confiabilidad TMF: Tiempo medio entre fallas TMR: Tiempo medio para reparación</p>	Razón
			Disponibilidad	<p>Indicador disponibilidad: Disponibilidad operacional</p> $\%D: \frac{TF}{TFR} \times 100$ <p>Dónde: D: Disponibilidad TF: Tiempo de funcionamiento TFR: Tiempo de funcionamiento requerido</p>	Razón
COMPETIVIDAD	<p>“La competitividad involucra alcanzar altos estándares relacionados a la calidad del producto, satisfacción de los clientes, cumplimiento de actividades programadas, rentabilidad en función de lo invertido. Ser competitivo requiere sobresalir frente a la competencia y a vista de los clientes, a mayor calidad de los productos y servicios, más competitivo será una empresa” (Benítez, 2012, p.76).</p>	<p>Es la productividad y calidad demostrada en la competitividad en la empresa HM Contratistas S.A</p>	Eficacia en la competitividad	<p>Eficacia</p> $E2: \frac{(P.L)}{P.P} \times 100.0\%$ <p>E2= Eficacia P.L= Prod. Lograda P.P= Prod. Planificada</p>	Razón
			Eficiencia en la competitividad	<p>Eficiencia</p> $E1: 1 - \frac{(P.R)}{P.P} \times 100.0\%$ <p>E1= Eficiencia P.R= Prod. Real P.L= Prod. Lograda</p>	
			Calidad en la competitividad	<p>Indicador de calidad: Obras acabadas de calidad</p> $\%OC: \frac{TOO}{TOE} \times 100$ <p>Dónde: OC: Obras de calidad TOO: Total de obras observadas TOE: Total de obras entregadas</p>	

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

La población de estudio está conformada las obras civiles realizadas durante 90 días.

García (2011) indica que “la población se estima al conjunto de elementos que representa a un universo sensible de ser medido, el cual pueden ser individuos, indicadores numéricos, parámetros, cosas, etc.” (p.93).

2.3.2 Muestra

La muestra de estudio lo conforman las obras civiles realizadas durante 90 días.

Por tomar a todo el conjunto de la población la muestra es de tipo censal. Según Navas (2010) “las muestras de tipo censal se realizan cuando la población es pequeña y se deben tomar a todos sus elementos para responder a los objetivos del estudio, este tipo de muestra permite medir datos cuantitativos y cualitativos en periodos cortos, siendo significativo cada una de las respuestas de la muestra” (p.122).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

La técnica que ayudará a recoger los datos será la observación de indicadores, tanto en la etapa pre y post del estudio.

2.4.2 Instrumentos

De acuerdo a la técnica a emplear el instrumento será la ficha de observación de indicadores, tanto en la etapa pre y post de la aplicación del TPM. A continuación, se presenta cada una de las fichas de observación que se usará en el estudio.

Tabla 4: Ficha de observación del TPM

Ficha de observación	
Investigador	Jessica Jeraldin Espinoza Palacios
Lugar donde se investiga	Empresa HM Contratistas S.A
Dirección	Lima
Proceso observado	Análisis pre del TPM
Área	Departamento de equipos y maquinarias

Datos del indicador				
Indicador	Descripción	Técnica	Instrumento	Fórmula
Tiempo medio entre fallas y reparación	Es el tiempo promedio que se produce entre las fallas y la reparación de los equipos	Fichaje	Ficha de observación	<p>Indicador confiabilidad: Tiempo medio entre fallas y reparación</p> $C: \frac{TMF * 100}{TMR}$ <p>Dónde: C: Confiabilidad TMF: Tiempo medio entre fallas TMR: Tiempo medio para reparación</p>
Disponibilidad operacional	Es la disposición y funcionamiento de las máquinas al momento de realizar una actividad	Fichaje	Ficha de observación	<p>Indicador disponibilidad: Disponibilidad operacional</p> $\%D: \frac{TF * 100}{TFR}$ <p>Dónde: D: Disponibilidad TF: Tiempo de funcionamiento TFR: Tiempo de funcionamiento requerido</p>

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Ficha de observación del TPM

Ficha de observación	
Investigador	Jessica Jeraldin Espinoza Palacios
Lugar donde se investiga	Empresa HM Contratistas S.A
Dirección	Lima
Proceso observado	Análisis pre de la competitividad
Área	Departamento de equipos y maquinarias

Datos del indicador				
Indicador	Descripción	Técnica	Instrumento	Fórmula
Eficacia en la competitividad	Es producir en función a los tiempos establecidos y acorde a lo planificado	Fichaje	Ficha de observación	<p>Eficacia</p> $E2: \frac{(P.L)}{P.P} * 100.0\%$ <p>E2= Eficacia P.L= Prod. Lograda P.P= Prod. Planificada</p>
Eficiencia en la competitividad	Es alcanzar la producción con el mínimo de recursos disponibles y dentro de lo planeado	Fichaje	Ficha de observación	<p>Eficiencia</p> $E1: 1 - \frac{(P.R)}{P.P} * 100.0\%$ <p>E1= Eficiencia P.R= Prod. Real P.L= Prod. Lograda</p>
Calidad en la competitividad	Es alcanzar el estándar de calidad en las obras terminadas acorde a las especificaciones de cada proyecto	Fichaje	Ficha de observación	<p>Indicador de calidad: Obras acabadas de calidad</p> $\%OC: \frac{TOO}{TOE} * 100$ <p>Dónde: OC: Obras de calidad TOO: Total de obras observadas TOE: Total de obras entregadas</p>

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Validez

La validez del instrumento se realizará a partir de un juicio de expertos, de acuerdo a sus opiniones y recomendaciones se realizará las modificaciones que correspondan.

2.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad de los datos se realizará con la ficha técnica del cronómetro marca Microgate modelo Rei2.

Peso	1,9 Kg. incluidos los acumuladores
Dimensiones	87 x 286 x 64 mm (l x p x h)
Unidades de medición de tiempo	seleccionable 1s - 1/10 s - 1/100 s - 1/1000 s - 1/10000 s • Velocidad: seleccionable m/s - km/h - MPH - nudos
Resolución de medición	4 x 10 ⁻⁵ s (1/25000 s)
Visualización	Pantalla gráfica, área visual 132 x 39 mm 240 x 64 píxeles, con software de ajuste de contraste y retroiluminación
Base de los tiempos	Oscilador de 12,8 MHz, estabilidad ± 1 ppm entre -20 ° y +70 °C
Precisión	± 0,0864 s/día para temperaturas exteriores entre -20° y +70 °C
Temperatura de utilización	-20° / +70°C
Alimentación	Acumuladores NiMH internos; fuente de alimentación externa cc 10~30 V
Recarga de los acumuladores	Dispositivo de recarga inteligente incorporado (descarga/recarga automática, doble control de la carga)
Autonomía	> 20 horas considerando la impresión de un tiempo cada 20 segundos en promedio El cronómetro mantiene la sincronización con la precisión de la base de tiempos incluso cuando el aparato está apagado, hasta el agotamiento de las baterías (a partir de una situación de baterías con la mitad de la carga total, la sincronización se mantiene durante más de 25 días)
Unidad de procesamiento	Tres microprocesadores C-Mos de 8 y de 16 bits
Impresora	Impresora térmica • Diferentes tipos de fuentes disponibles • Velocidad: aprox. 8 líneas/s • Trabajo con papel térmico
Teclado	Teclado de 32 teclas, cubiertas por una membrana de protección impermeable • Teclas Start-Stop-Lap-Aux • Teclado numérico • 5 teclas de función • 2 flechas para el desplazamiento de los tiempos • 2 teclas para la deshabilitación de las entradas y 2 para el bloqueo y la temporización de las líneas (una línea de stop y una línea configurable) • tecla para habilitar/deshabilitar/borrar el marcador • tecla para la selección de correcciones de salida/llegada • tecla de avance de papel • tecla de retroiluminación de pantalla

Fuente: Microgate Profesional Twing

2.5 Métodos de análisis de datos

El análisis de los datos se realizará con el software estadístico SPSS V.22, incidiendo en el análisis descriptivo e inferencial para la presentación de los resultados descriptivos. Para el análisis descriptivo se presentarán tablas en las etapas pre y post de cada uno de los indicadores planteados

Asimismo, para la validez de hipótesis desarrollaremos un modelo de Valdez por comparación a través del método de una T de Students, la cual se analizará por cada indicador de la variable a analizar como pre y post prueba (Competitividad). Por lo que el análisis inferencial consistirá en establecer que prueba estadística se empleará para la contratación de las hipótesis.

2.6 Aspectos éticos

Se deja constancia que los datos, referencias y contenido teórico han sido referenciados y consignados acorde a la norma internacional ISO 690 Y 690-2; de igual forma cada uno de los datos encontrados en el transcurso de la investigación será descrito fielmente, sin manipularlos o alterarlos intencionalmente.

2.7 Desarrollo de proyecto de tesis

Para el desarrollar el plan de mantenimiento se utilizará dos de los pilares principales de Mantenimiento Productivo Total.

Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado es uno de los pilares fundamentales en la implementación del TPM en la empresa, conocido como el mantenimiento preventivo o programado siendo uno de los puntos más importante en la búsqueda de beneficios de nuestra empresa. Su meta es de eliminar los problemas de las máquinas a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, y su propósito final es el de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” en la empresa HM Contratistas S.A.

Con la implementación de este pilar se pretende eliminar las causas de fallas aceleradas ya sea por mala operación del equipo, debilidad del diseño original de este o mala conservación por tiempo de uso, mediante un software de control de equipos para un manejo de mantenimiento adecuado y de buen desarrollo productivo.

Mantenimiento Autónomo

El objetivo de este pilar es vital para la implementación del TPM lo cual conservará y mejorará las condiciones de las maquinarias de nuestra empresa con la participación de los operadores, los cuales estarán involucrándolos en el cuidado de las maquinarias, a través de un alto grado de formación y preparación en las capacitaciones que enseñen conductas de respeto hacia las condiciones de operación y conservación de las áreas de trabajo (libres de contaminación, suciedad y desorden). Además, con la implementación de este pilar se busca: Evitar el deterioro del equipo mediante una operación correcta y su permanente verificación para su total cumplimiento, mejorar funciones de las máquinas mediante el aporte creativo del operario.

2.7.1 Situación actual

La empresa HM contratistas S.A se dedica a la construcción de edificios, consultorías, proyectos inmobiliarios, etc., que demanda el uso de personal

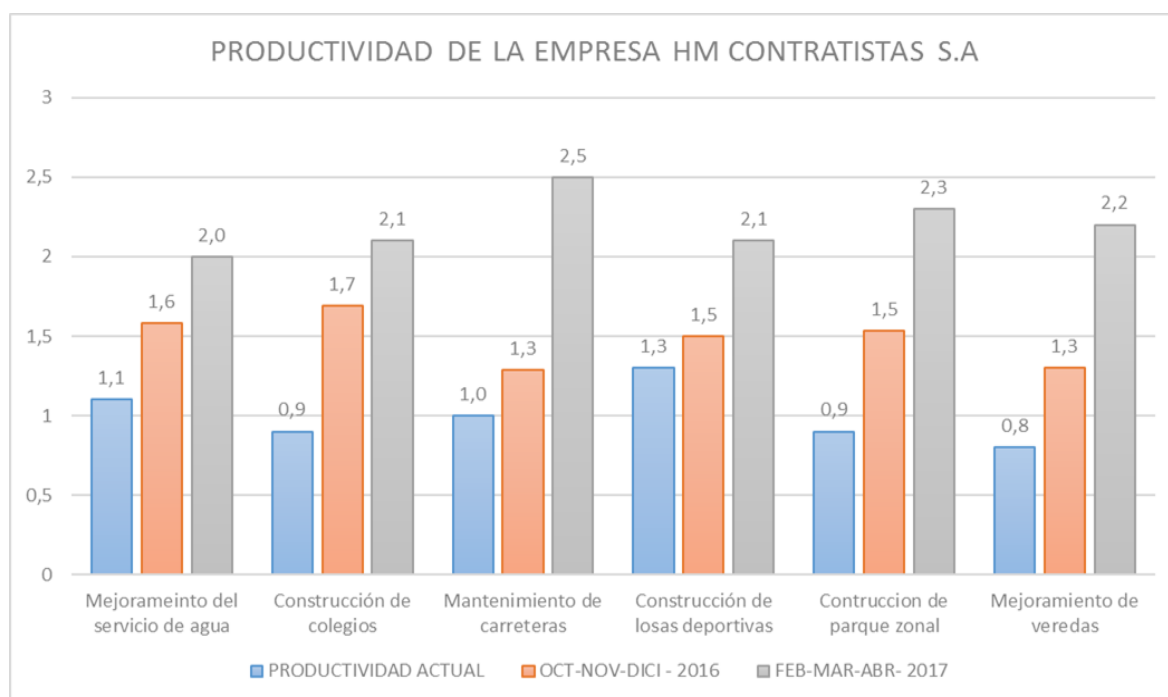
calificado, maquinarias y equipos cuyo desarrollo es la ejecución de los proyectos civiles. En los años anteriores 2016-2017 se pudo observar como la productividad por obra, disminuye debido a los problemas consecutivos de falla de mantenimiento de equipos y maquinarias.

Tabla 6: Productividad de la empresa HM Contratistas S.A

EMPRESA HM CONTRATISTAS	PRODUCTIVIDAD ACTUAL	OCT-NOV-DICI - 2016	FEB-MAR-ABR- 2017
Mejoramiento del servicio de agua	1,1	1,6	2,0
Construcción de colegios	0,9	1,7	2,1
Mantenimiento de carreteras	1,0	1,3	2,5
Construcción de losas deportivas	1,3	1,5	2,1
Contrucción de parque zonal	0,9	1,5	2,3
Mejoramiento de veredas	0,8	1,3	2,2
PRODUCTIVIDAD GENERAL	1,0	1,5	2,2

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Grafico de la productividad de la empresa HM Contratistas S.A



Fuente: Elaboración propia

Considerando todo lo mencionado el departamento de equipos y maquinarias presenta diversos problemas, tanto en los métodos de trabajo, uso de materiales, impacto al medio ambiente, mano de obra y la medición. Contando con diversas maquinarias, pero de las cuales se usan con frecuencia para la ejecución de proyectos son los siguientes: grúa, excavadora, cargador, retroexcavadora, rodillo liso, mezcladora de cemento, volquete, cilindro compactador, pala cargadora y tractor oruga para el trabajo en campo.

Según la realidad problemática descrita anteriormente, la empresa HM Contratistas S.A, no cuenta con un adecuado plan de mantenimiento para sus equipos, generando una serie de problemas como son las paradas máquina, un déficit en la disponibilidad y funcionamiento de sus equipos al no generarse un mantenimiento preventivo. La realidad de la empresa gira alrededor de los mantenimientos correctivos a las maquinarias, desencadenando con ello la baja competitividad de la empresa, es por ello que mediante un diseño de plan de mantenimiento productivo total se pretende realizar una transición de realizar mantenimientos correctivos a mantenimientos preventivos, proponiendo lograr el incremento de la productividad de los equipos.

El siguiente plan de mantenimiento productivo total diseñado para la empresa HM Contratistas S.A., el cual describe la aplicación de mantenimientos a los equipos que vienen operando en la empresa, otorgando así resultado óptimos para la mejora de su competitividad, puesto que, a la hora de implementar un programa de mantenimiento preventivo, elaboraremos el diagnóstico que a continuación presentamos: con una descripción de las maquinarias con los que cuenta la empresa HM Contratistas S.A:

Inventario de la maquinaria

Uno de los pasos importante para este diagnóstico, consiste en la realización de un inventario de las máquinas que hacen parte de la empresa HM Contratistas S.A

Figura 4: Listado de maquinarias

EQUIPO	CODIGO	CANTIDAD	AÑO
GRUA	1010TO	01 UNID.	2006
EXCAVADORA	1009TO	01 UNID.	2005
CARGADOR	1008TO	01 UNID.	2005
RETROEXCAVADORA	1007TO	01 UNID.	2003
RODILLO LISO	1006TO	01 UNID.	2006
MEZCLADORA DE CEMENTO	1005TO	02 UNID.	2011
VOLQUETE	1004TO	01 UNID.	2003
CILINDRO COMPACTADOR	1003TO	01 UNID.	2004
PALA CARGADORA	1002TO	01 UNID.	2008
TRACTOR ORUGA	1001TO	01 UNID.	2005

Fuente: Elaboración propia

Mezcladora

Las mezcladoras de cemento se utilizan para diversos trabajos en las construcciones los cuales requieren una gran cantidad de trabajo en un sitio. Su principal función es la de tomar el cemento y mezclarlo con arena y agua. Es importante señalar que una mezcladora de cemento no solo combina estas cosas necesarias para el cemento, sino que también lo hace homogéneamente. En concreto, esta construcción permite a los operarios hacer su trabajo sin ningún problema asociado con un mezclador de cemento. Se adopta componentes necesarios y automáticamente convertirlos en concreto, la máquina hace mucho tomando la carga de trabajo fuera de los diversos equipos de construcción por lo que permite realizar otras funciones a la espera de la forma del concreto.



Fuente: Elaboración propia

Cargador frontal

Empleado para las obras de construcción de mayor magnitud. ya que se emplea para cargar y diseñar proyecto de carreteras y puentes, puesto que cuenta con un tren de rodaje y con neumáticos grandes, siendo estos últimos los más comunes las cuales se utilizan en camiones de carga de materiales (piedrín, arena, tierra). Aparte de ello cubren distancias cortas cuando están provistos de ruedas, su bastidor es articulado, y es fijo cuando se diseña con tren de rodaje. El cargador con neumáticos cuenta con tracción en las cuatro ruedas y se conoce con la marca Payloader. Su capacidad SAE varía entre 0.4 a 5 m³ (metros cúbicos), para materiales que pesen 800 kg/m³



Fuente: Elaboración propia

Excavadora

Todo avance del proyecto está situado al material utilizado en la vía, sin este no se puede llenar las volquetas con el material que es transportado a la obra programada. La excavadora ayuda como vehículo autopropulsado, es decir, capaz de desplazarse de un lugar a otro, es por eso que su posición permanece invariable dentro de la construcción, en otras ocasiones fija en el terreno. Es por eso que se distingue de las demás máquinas para movimiento de tierras, como los bulldozers y otras que por el contrario, trabajan excavando y cargando con movimientos de avance.



Fuente: Elaboración propia

Retroexcavadora

La retroexcavadora o también conocido como excavadora mixta, o pala mixta, se considera como una máquina que se utiliza para realizar excavaciones en terrenos ya sea puentes subterráneos o creación de ambientes verdes. Todo balde de excavación en el extremo es un brazo articulado de dos partes y su funcionamiento esta en la parte posterior como un tractor o cargador frontal pero no debe ser confundido con una excavadora.



Fuente: Elaboración propia

Rodillo liso

Como función principal es de compactar el material ya tendido e hidratado. Teniendo en cuenta que la falta de hidratación provoca que el agua con el sol se evapore y se desperdicie mucho tiempo y disminuya la fuerza de compactación, no olvidando que es un equipo de avance lento. Está compuesta por un rodillo vibratorio liso montado en su eje delantero, y en su eje trasero, los cuales están provistos de ruedas neumáticas generalmente en un número cuatro, para mejorar las condiciones de compactación, dándole mayor uniformidad a la superficie.

|



Fuente: Elaboración propia

Volquete

Es un tipo de camión cuya caja puede levantarse mediante un sistema hidráulico formado por una caja tronco piramidal invertida cuya cara posterior va montada y su funcionamiento es de transportar material de construcción y así desembarque volcando la caja.



Fuente: Elaboración propia

Pala cargadora

Máquina de uso frecuente en construcción para edificios, obras públicas como por ejemplo carreteras, autopistas, túneles, presas hidráulicas; asegurando la eficiencia y seguridad del traslado de movimiento de tierra o rocas en grandes volúmenes y superficies.



Fuente: Elaboración propia

Tractor de orugas

Son necesarios para la construcción y movimiento de tierras por medio de una cuchilla u hoja solidaria con la máquina, permitiendo abrir caminos o despejar áreas que antes eran inaccesibles. Su fuerza proviene de un conjunto de eslabones ayudando a distribuir el peso facilitando el ingreso en terrenos muy abruptos. Cuenta con una cuchilla con la cual empuja el material y un Ripper que sirve para desgarrar el terreno.



Fuente: Elaboración propia

2.7.2 Propuesta


La propuesta de mejora se va desarrollar en el departamento de equipos y maquinarias a partir del estudio realizado en el pre test que se realizó a los tiempos de productividad de las 10 maquinarias de construcción civil (grúa, excavadora, cargador, retroexcavadora, rodillo liso, mezcladora de cemento, volquete, cilindro compactador, pala cargadora y tractor oruga para el trabajo en campo). De tal manera se va realizar la propuesta de mejora a los principales problemas encontrados, aplicando así la medición de tiempos de productividad de las maquinarias.

Después de haber analizado la situación actual de la gestión de mantenimiento de la empresa HM Contratistas S.A., podemos concluir que es necesario rediseñar el programa de mantenimiento puesto que el actual no contiene toda la información necesaria para hacer un análisis profundo y detallado de cada una de las máquinas. A su vez la escasez de formatos dificulta la recolección de datos necesarios e importantes que debe contener un buen programa de mantenimiento preventivo, de tal manera se realizará la implementación de un software de mantenimiento con fin de mejorar la productividad de las maquinarias y así tener mayor acceso a toda la información que este implica para poder hacer un mejor análisis de esta, por otro lado también se hará la implementación del mantenimiento autónomo con las capacitaciones que se les brindará a los operarios para el buen uso de sus equipos.

Así mismo se realizará como antes mencionado, la medición de tiempos de producción diarias a las 10 máquinas durante un periodo de 90 días para la pre-prueba y 90 días para la post-prueba para establecer el tiempo de productividad mediante la ficha de observación y así controlar tiempos inactivos de las maquinarias, eliminando cualquier tipo de averías mediante los mantenimientos ya mencionados

En base a ello se recopiló el resumen de cronograma de mantenimiento correctivo proporcionada por la empresa con el fin de mejorar un mantenimiento más completo mediante la implementación de un mantenimiento preventivo.

Figura 5: Cronograma de acciones correctivas



Contratistas S.A.
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
"Calidad y Seguridad a tu servicio"

CRONOGRAMA DE ACCIONES CORECTIVAS

TIPOS DE MAQUINA	PROBLEMAS	CANT.	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GRUA	Revisar nivel del líquido refrigerante.	4																								
	Revisar nivel de aceite motor	5																								
	Revisar nivel de aceite hidráulico.	3																								
	Revisar nivel del combustible	4																								
	Revisar nivel de aceite de transmisión	5																								
	Verificarquenoexistanruidos anormales en el motor	4																								
	Verificar fugas del motor(visualmente)	5																								
	Verificar estado de los neumáticos	5																								
	Verificar perno rotos en las llantas	2																								
	Verificar bandas(condición y tención)	4																								
	Verificar conexiones de la batería	3																								
	Verificar sistema de alumbrado (faros)	2																								
	Verificar estado de los frenos	1																								
	Verificar estado de frenos de parqueo	2																								
	Verificar que los indicadores del tablero estén funcionando correctamente	4																								
	Verificar extintores manuales	3																								
	Verificar el estado del cucharon	5																								
	Verificar estructura de la maquina	5																								
	Lubricarlas partes móviles.(crucetas, rotulas, etc.)	4																								
Cambar filtro de aire primario	4																									
EXCAVADORA	Revisar nivel del líquido refrigerante.	3																								
	Revisar nivel de aceite motor	5																								
	Revisar nivel del aceite hidráulico.	4																								
	Revisar nivel del combustible	3																								
	Revisar nivel de aceite de transmisión	5																								
	Verificarquenoexistanruidos anormales en el motor	3																								
	Verificar fugas del motor(visualmente)	1																								
	Verificar estado de los neumáticos	2																								
	Verificar perno rotos en las llantas	1																								
	Verificar bandas(condición y tención)	3																								
	Verificar conexiones de la batería	5																								
	Verificar sistema de alumbrado (faros)	4																								
	Verificar estado de los frenos	6																								
	Verificar estado de frenos de parqueo	3																								
	Verificar que los indicadores del tablero estén funcionando correctamente	4																								
	Verificar extintores manuales	1																								
	Verificarelestadodelcucharon(si existe)	2																								

Fuente: Elaboración propia

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

RODILLO DE USO	Revisar nivel del líquido refrigerante.	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</
----------------	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Fuente: Elaboración propia

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Como bien se menciona en el cronograma anterior de acciones correctivas nos muestra a detalle las fallas comunes de las máquinas de construcción civil, las cuales están en funcionamiento diario por ende requieren de un mantenimiento adecuado que garantice la confiabilidad y disponibilidad de cada una de las máquinas. Es por ello que se trabajara conjuntamente con el manual de mantenimiento y operaciones proporcionado por la empresa HM Contratistas S.A, el cual nos sirve de soporte y guía para saber manipular diferentes tipos de marcas, modelos y sistemas.

Así mismo se propone antes de todo mantenimiento verificar la ficha técnica de cada maquinaria ya que ello implica una revisión más minuciosa dependiendo el uso en cuanto al desarrollo de cada obra.

FICHA TECNICA CAT 725	
MOTOR	
Modelo de motor	Cat® C11 ACERT™
Potencia bruta	230 Kw
Potencia neta - SAE J1349	225 Kw
Calibre	130 mm
Carrera	140 mm
Cilindrada	11.15 L
PESOS	
Carga útil nominal	23.6 toneladas
CAPACIDADES DE LA CAJA	
Colmado SAE 2:1	14.3 m³
A ras	11.1 m³
TRANSMISION	
Avance 1	8 km/h
Avance 2	15 km/h
Avance 3	23 km/h
Avance 4	35 km/h
Avance 5	48 km/h
Avance 6	57 km/h
Retroceso 1	9 km/h
PESOS EN ORDEN DE TRABAJO	
Eje delantero - sin carga	13020 kg
Eje central - Sin carga	4830 kg
Eje trasero - sin carga	4410 kg
Total - sin carga	22260 kg
Eje delantero - Carga nominal	2010 kg

Teniendo en cuenta los datos anteriores de acciones correctivas se decide implementar un programa de mantenimiento preventivo mediante un software.

Mantenimiento Preventivo

Para empezar la planificación está compuesta por nuestras obras y ejecución de nuestra maquinaria, programación de mantenimientos, control de obras y actividades correctivas, basadas en la retroalimentación de los resultados de la ejecución.

- La planificación del mantenimiento depende de la experiencia y percepción de los operarios; pese a dificultades externas que degeneran un resultado cuantitativo en comparación del deterioro de las máquinas.
- La planeación, se debe dirigir a mejorar el aprovechamiento, confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad lo cual engloba a mejorar la competitividad de operarios y maquinarias.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se procede al diseño del programa de mantenimiento preventivo.

CODIFICACION DE LAS MÁQUINAS

Es una herramienta primordial para la implementación del software de mantenimiento preventivo que nos permitirá planificar los mantenimientos para cada una de las 10 máquinas, su funcionamiento será:

- Identificación rápida.
- Planificación de mantenimiento
- Reducción de tiempos muertos

Una vez elaborado el inventario de la maquinaria, se procede a su codificación, con el objetivo de su fácil identificación.

El código, está compuesto por caracteres alfanuméricos, que dependen de la maquina a la cual nos refiramos así

Para explicar que significa cada carácter del código, se toman las siguientes especificaciones:

Figura 6: Listado de código de máquinas

GRU - R - 210A - 1 - 1				
↑	↑	↑	↑	↑
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
EXC - O - 126B - 1 - 1				
↑	↑	↑	↑	↑
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
CAR - R - 116A - 1 - 1				
↑	↑	↑	↑	↑
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
RET - O - 200B - 1 - 1				
↑	↑	↑	↑	↑
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
ROD - R - 106A - 1 - 1				
↑	↑	↑	↑	↑
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina

Fuente: Elaboración propia

MEZ - R - 164B - 2 - 1				
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
VOL - R - 245A - 1 - 1				
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
CIL - R - 136B - 1 - 1				
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
PAL - R - 108A - 1 - 1				
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina
TRA - O - 461A - 1 - 1				
				Numero consecutivo de total de equipos
				Indica la cantidad de máquinas de un grupo
				Indica la placa de la máquina
				Indica que la máquina es de Oruga (R,significa Rueda)
				Indica la clase de la máquina

Fuente: Elaboración propia

Al final de ello nos muestra el resultado de cada máquina con su respectivo código nuevo y listo para ser detectado por el software.

Figura 7: Listado de códigos nuevos de máquinas

DESCRIPCION DE EQUIPOS	CODIGO
GRUA	GRU-R-210A-1-1
EXCAVADORA	EXC-O-126B-1-1
CARGADOR	CAR-R-116A-1-1
RETROEXCAVADORA	RET-O-200B-1-1
RODILLO LISO	ROD-R-106A-1-1
MEZCLADORA DE CEMENTO	MEZ-R-164B-2-1
VOLQUETE	VOL-R-245A-1-1
CILINDRO COMPACTADOR	CIL-R-106B-1-1
PALA CARGADORA	PAL-R-108A-1-1
TRACTOR ORUGA	TRA-O-461A-1-1

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, no dejando el lado operativo al personal de trabajo se le brindara charlas y capacitaciones para que maneje de manera correcto su máquina y se sienta seguro de su desempeño

Implementación del mantenimiento autónomo

La capacitación es práctica y teórica, se capacita al personal en su área de trabajo para poder obtener un mejor aprendizaje en la práctica y la parte teórica en la misma empresa

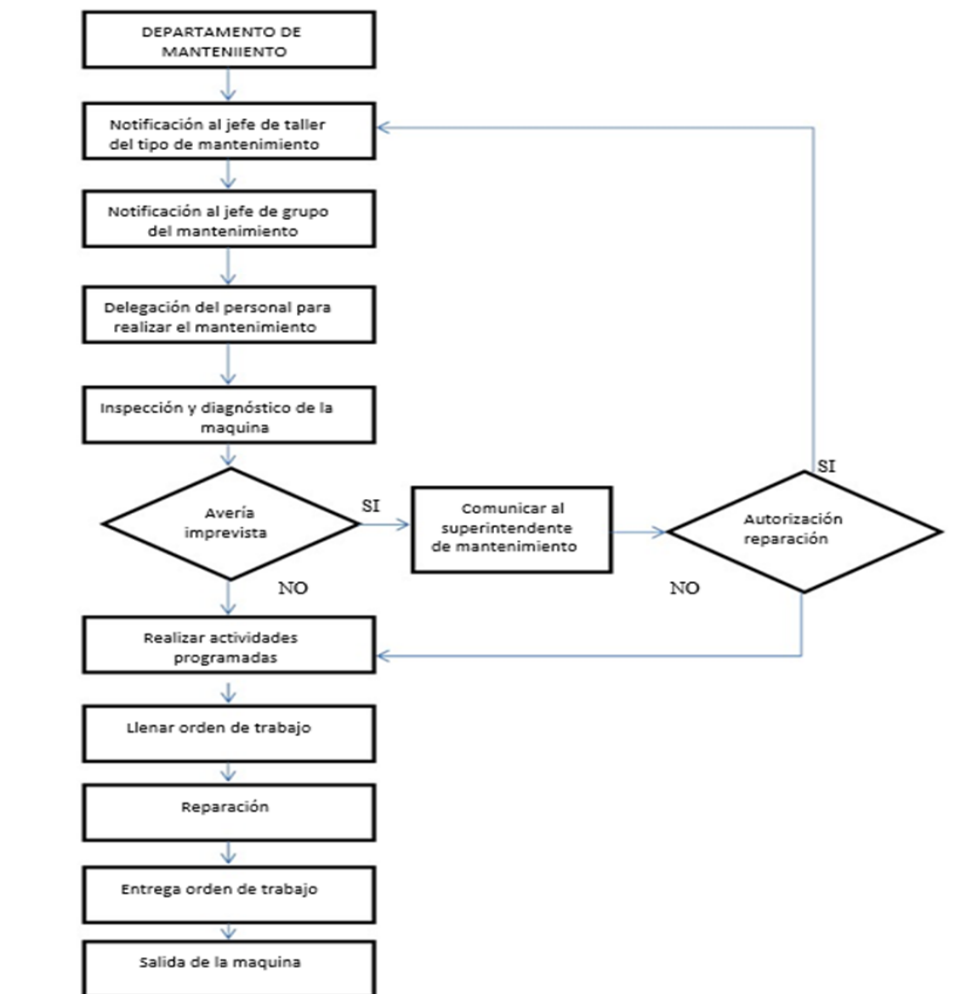
La implementación del mantenimiento autónomo fue la capacitación que se les brindo a los operarios en el tiempo establecido de los 3 meses a partir del mes de febrero hasta fines de abril.

Los operarios de los equipos fueron instruidos en los aspectos comunes de las diferentes máquinas, así como en las peculiaridades de cada uno tales como: funcionamiento de la máquina, fallas posibles y ubicación de las partes principales. para un adecuado manejo de las maquinarias y para ello hubo las siguientes recomendaciones:

- Verificación diaria
- Lubricación
- Reemplazo de partes
- Verificar precisión
- Detectar de manera temprana condiciones anormales en el equipo

Los operarios de los equipos fueron instruidos en los aspectos comunes de las diferentes máquinas, así como en las peculiaridades de cada uno tales como: funcionamiento de la máquina, fallas posibles y ubicación de las partes principales sin dejar de lado el procedimiento correspondiente:

Figura 8: Diagrama de flujo de mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia

Capacitación del personal

Aplicando a todo lo mencionado se realiza un cronograma de capacitaciones técnicas el cual consiste en mejorar los conocimientos del trabajador con respecto a su área, contribuir la formación de líderes, mejorar la comunicación entre el personal, obtener más confianza y cumplir más pronto los objetivos establecidos.

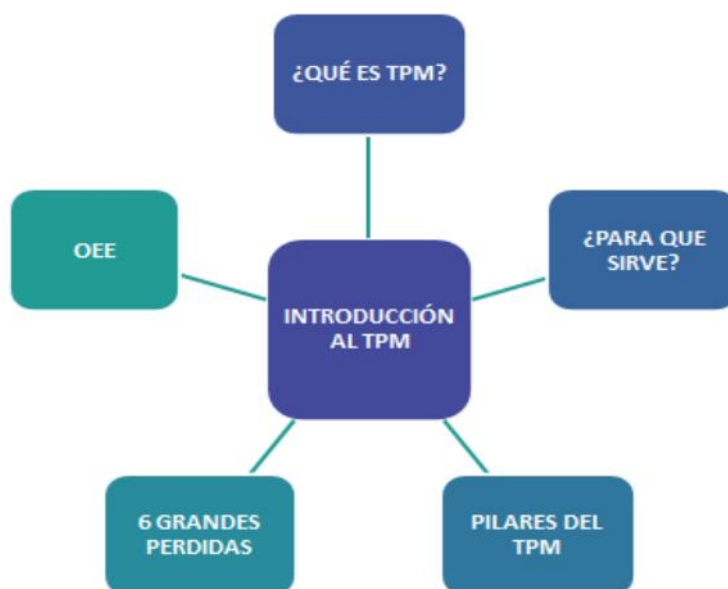
La empresa considera implementar los siguientes pasos para la implementación de la capacitación tanto teórica y práctica:

Capacitación Teórica

La capacitación introductoria a TPM Inicia con el programa de actividades propuestas durante la metodología, y con ello la capacitación a los operarios con temas abordados en mantenimiento de maquinarias.

Además, el Mantenimiento Autónomo pretende mejorar el nivel de habilidades en los operarios a través de un plan de formación guiado por las principales pérdidas que serán el mejor indicador de los puntos débiles de la empresa y su maquinaria.

Figura 9: Diagrama de TPM Personal



Fuente: Elaboración propia

Capacitación Práctica

La presentación elaborada para capacitar a los maquinistas, se elaboró en conjunto con el área de Mantenimiento y los técnicos de la compañía, todo soportado bajo los manuales de las máquinas proporcionados por el proveedor.

Los temas incluidos durante esta capacitación se muestran a continuación:

Figura 10: Diagrama de TPM practico



Fuente: Elaboración propia

Para poder hacer un diagnóstico de los problemas que se puedan presentar en las máquinas o solucionar alguna falla menor es necesario que los operadores tengan un conocimiento básico sobre neumática, electricidad y mecánica por lo que se consideró capacitarlos por medio de los técnicos especialistas del departamento de mantenimiento.

Para las capacitaciones se formaron 3 grupos por turno de trabajo mañana y tarde los cuales recibieron las capacitaciones, en un lapso de 40 minutos, establecidos durante los 3 meses de febrero, Marzo y Abril del año 2017.

A continuación se detalla las personas por cada grupo:

Figura 11: Formación de grupo de capacitaciones

FORMACIÓN DE GRUPOS PARA CAPACITACIÓN		
OPERARIOS	SUPERVISORES	TECNICOS
Operador mecánico	Supervisor de obra	Jefe de mantenimiento
Ayudante de operario	Asistente de supervisor	Ayudante de mantenimiento
Operador eléctrico	Operador mecánico	Operador eléctrico

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro el cronograma de las capacitaciones para cada uno de los grupos se realizaran en los turnos de la mañana y de la tarde.

Figura 12: Cronograma de capacitaciones

		FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
TURNO 1	GRUPO 1	MEC	NOCHE	MEC	NOCHE	ELECT	NOCHE	ELECT	NOCHE	NEUM	NOCHE	NEUM	NOCHE
	GRUPO 2	NEUM		NEUM		MEC		MEC		ELEC		ELEC	
	GRUPO 3	ELECT		ELECT		NEUM		NEUM		MEC		MEC	
TURNO 2	GRUPO 1	NOCHE	MEC	NOCHE	MEC	NOCHE	ELECT	NOCHE	ELECT	NOCHE	NEUM	NOCHE	NEUM
	GRUPO 2		NEUM		NEUM		MEC		MEC		ELEC		ELEC
	GRUPO 3		ELECT		ELECT		NEUM		NEUM		MEC		MEC

Fuente: Elaboración propia



Exámenes de desempeño



Charlas de estándares de limpieza y lubricación



Charlas de mantenimiento



Capacitación de mantenimiento

2.7.3 Mejora

Mantenimiento Planificado

Partiendo desde la Implementación del check list:

Se necesitó dos responsables por cada check list, los que lo ejecutan en campo y el supervisor que ingresa la información al sistema.

Para la implementación necesitamos la aprobación y colaboración de la parte ejecutiva.

Fue necesario establecer reglas claras para que esta herramienta se pueda implementar y perduren en el tiempo.

- ☐ El documento tiene legitimidad dentro de la empresa
- ☐ Existe una computadora (software de soporte) en obra donde registrar las fichas
- ☐ El supervisor es el responsable de recoger e ingresar la información al sistema. Esta actividad tiene que ser diaria.
- ☐ Los operadores son responsables de llenar las fichas diariamente.
- ☐ Se utiliza dos check list, uno tendrá que ser llenado diariamente por los operadores y el segundo será trabajado durante los mantenimientos preventivos de cada equipo y los encargados en el caso son los mecánicos de mantenimiento.

El check List es utilizado por los operadores todos los días al empezar el turno. La responsabilidad de digitalizar la información de estos resultados tendrá que ser del supervisor de operaciones y los mecánicos tendrán que analizar los resultados para poder dar un diagnóstico del estado de los equipos.

Figura 13 :Registro de máquinas

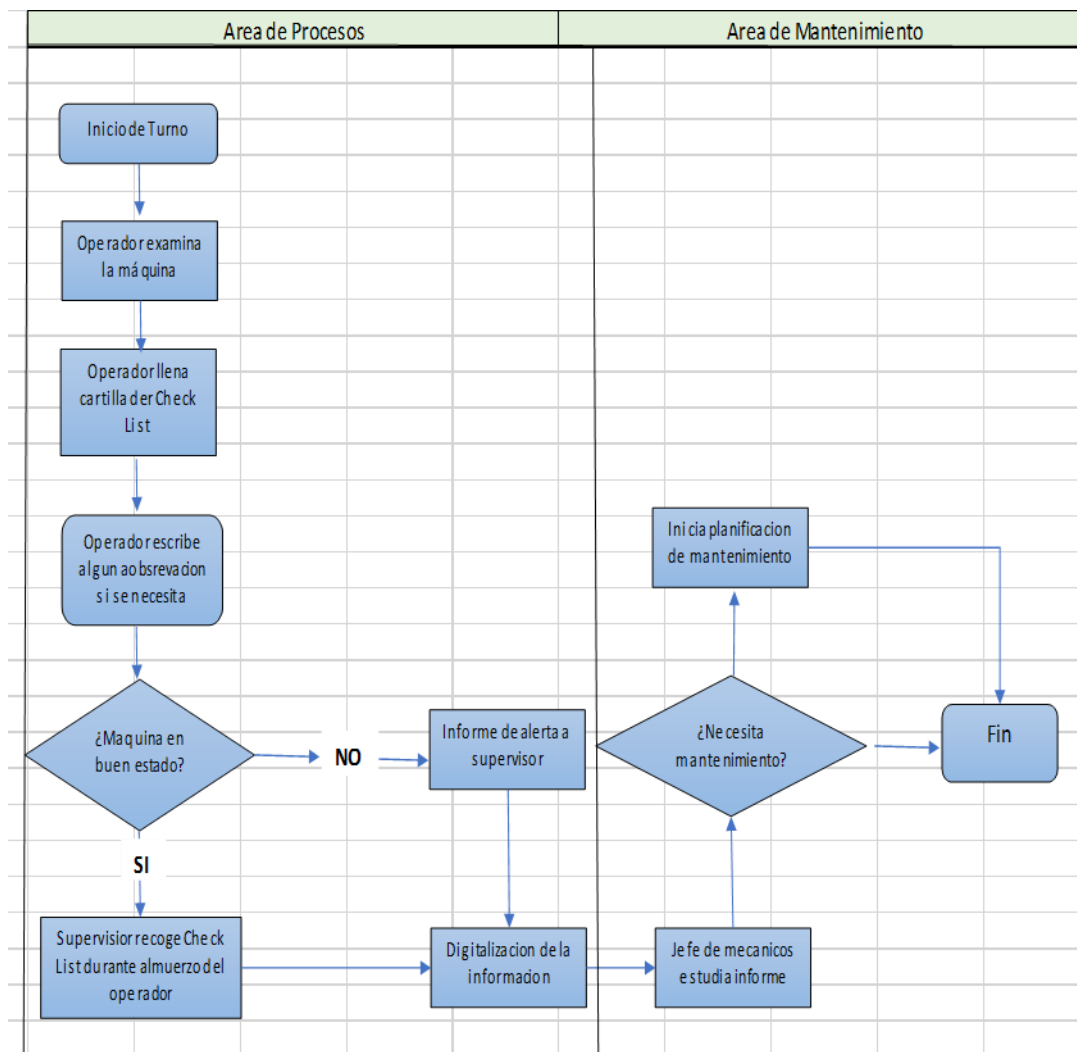
Registro de Máquina			
Operador:		Fecha:	
Nro Maquina:		Turno:	
Horometro Inicio			
Horometro Fin			
Tipo de trabajo			
Tipo de trabajo:	Ecavación	Demolición	Movimiento
Descripción:			
Inspección Máquina			
Supervisión:	Eléctrico	Mecánico	Controles
	Electronica	Hidraulica	Otros
Observación			
Detección de falla			
Localizacion de falla	Eléctrico	Mecánico	Controles
	Electronica	Hidraulica	Otros
Observación			

Fuente: Elaboración propia

El Check List diario se lleno al inicio del día. Definen puntos importantes como: las horas de trabajo, el operador responsable, el trabajo realizado, la falla en alguno de los sistemas.

La recolección de los check list de los operarios dio origen a nuestro flujograma de proceso del área de procesos al área de mantenimiento.

Figura 14: Flujoograma de mantenimiento planificado



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los Check list relleno se implementa como trabajar con el historial de máquinas hemos trabajado sobre un gráfico que plasma el circuito de esta actividad.

Observando en el siguiente gráfico se mejora el mantenimiento, en un circuito de retroalimentación, con la implementación del Check List y posteriormente con el Historial de fallas.

Figura 15: Diagrama de proceso de check list



Fuente: Elaboración propia

Sistema de información para mantenimiento

La computadora, como herramienta de trabajo, y el respectivo software de administración del mantenimiento, como instrumento, son imprescindibles en la aplicación y desarrollo de un mantenimiento integral. Ambos ayudarán a que los mantenimientos cumplan su misión

Con esta implementación se logró la integración del proceso de mantenimiento con procesos relevantes como: programación de la servicio, ordenes de trabajo y programación por equipos.

Por ende, el plan de mantenimiento preventivo está especificado por las horas de trabajo que lleve la máquina, entre las especificaciones encontramos ajustes, calibración, lubricación, reparaciones, limpieza y otros.

Figura 16: manual de mantenimiento preventivo

	Descripción	Actividad
CADA 10 HORAS	Nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	Comprobar
	Nivel de aceite del motor	Comprobar
	Separador de agua del sistema de combustible	Drenar
	Agua y sedimentos del tanque de combustible	Drenar
	Nivel de aceite del sistema hidráulico	Comprobar
	Indicadores y medidores	Probar
	Cinturón de seguridad	Inspeccionar
	Ajuste de la cadena	Inspeccionar
	Alarma de desplazamiento	Comprobar
	Tren de rodaje	Comprobar
	Varillaje del cucharón	Lubricar
CADA 50 HORAS	Acoplador Rápido	Lubricar
	Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
CADA 250 HORAS	Muestra de refrigerante el sistema de enfriamiento (Nivel 1)	Obtener
	Muestra de aceite del motor	Obtener
	Muestra de aceite de los mandos finales	Obtener
	Correa – Inspeccionar/Ajuste/Reemplazar	Inspeccionar/Ajuste/Reemplazar
	Condensador (del refrigerante)	Limpiar
	Nivel de aceite de los mandos finales	Comprobar
	Cojines de la rotación	Lubricar
	Nivel del aceite del mando de la rotación	Comprobar
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (caja de drenaje)	Reemplazar
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (piloto)	Reemplazar
	Filtro de aceite del sistema hidráulico (remoto)	Reemplazar
CADA 500	Muestra de aceite del sistema hidráulico	Obtener
	Muestra de aceite del mando de rotación	Obtener
	Varillaje de la pluma y del brazo	Lubricar
	Respiradero del cárter	Limpiar
	Aceite y filtro del motor	Cambiar
	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	Reemplazar
	Filtro secundario del sistema de combustible	Reemplazar
	Tapa de colador del tanque de combustible	Limpiar
CADA 600	Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
CADA 1000	Batería	Limpiar
	Sujetador de batería	Apretar
	Juego de válvulas del motor	Comprobar
	Nivel de aceite de mandos finales	Comprobar
	Aceite del mando de la rotación	Cambiar
	Aceite del sistema hidráulico	Cambiar
CADA 2000	Aceite de los mandos finales	Cambiar
	Rejilla del tanque hidráulico	Limpiar
	Receptor-secador (refrigerante)	Reemplazar
	Cada año muestra del sistema de enfriamiento (Nivel 2)	Obtener
CADA 6000	Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento	Añadir
CADA 12000	Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC)	Cambiar

Fuente: Manual de mantenimiento CAT

Como podemos observar el manual sugiere que la máquina sea atendida cada 10 horas para lubricaciones, inspecciones, ajustes y otros (procesos simples). Mientras que en las 250 horas aparecen los mantenimientos que requieren repuestos y técnicos especializados para realizarlos (necesitamos de mecánicos).

Figura 17: Portada de software de mantenimiento preventivo

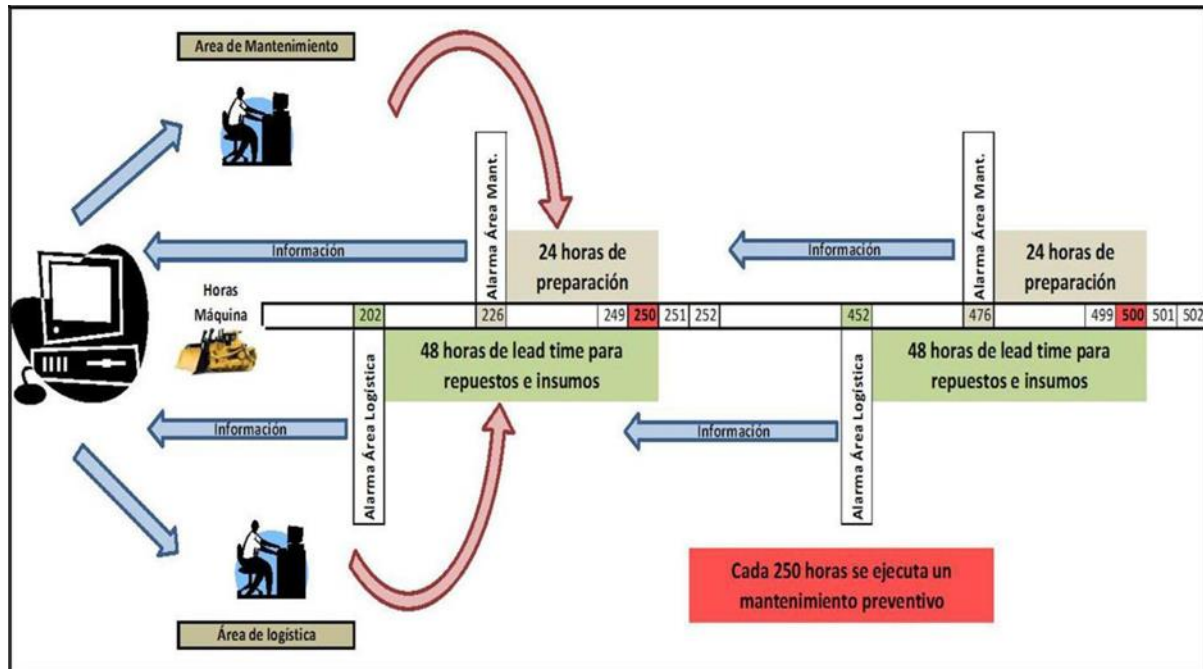


Fuente: Elaboración propia

Por los motivos expuestos líneas arriba, los mantenimientos de 10 y 50 horas serán ejecutados por los mismos operadores, debido a su turno rotativo. Mientras que se va a programar el mantenimiento preventivo para cada 250 horas, en los cuales van a trabajar sincronizadamente el áreas de equipos y maquinaria con el área de logística.

En la Imagen se observa el funcionamiento de la implementación del software de mantenimiento preventivo.

Figura 18: Diagrama de software



Fuente: Elaboración propia

Funciones principales:

- Organizar los equipos y maquinarias bajo un esquema de agrupaciones que apoyan y controlan la gestión de su mantenimiento preventivo.
- Panel de control de facilitador que permite un rápido acceso a las opciones más utilizadas permitiendo así conocer el estado del mantenimiento de las maquinas rápidamente.
- Codificación por cada maquinaria para mostrar el estado del mantenimiento preventivo de los equipos y alarmas visuales que indican si su periodo de ejecución está vencido
- Planificación del mantenimiento preventivo basado en Medidores de servicio (Kilómetros recorridos, Horas trabajadas, etc.) o en días

Cumplimiento de tareas preventivas

Mide el grado de acierto de la planificación de las tareas preventivas:

Figura 19: Cumplimiento de tareas preventivas



Fuente: Elaboración propia

Rendimiento (KPIs)

Conjunto de indicadores que miden el rendimiento de los equipos en base a la cantidad de fallas y el tiempo de paralización de los equipos:

Figura 20: Gráficas de rendimiento



Fuente: Elaboración propia

Ordenes de trabajo para mantenimiento

Permite generar Ordenes de Trabajo para ejecución de tanto de Mantenimiento Preventivo como de Correctivo y registrar los costos incurridos en repuestos, mano de obra y servicios.

Gastos y Presupuesto de mantenimiento

Genera reportes de gastos y presupuestos para intervalos de tiempo deseados.

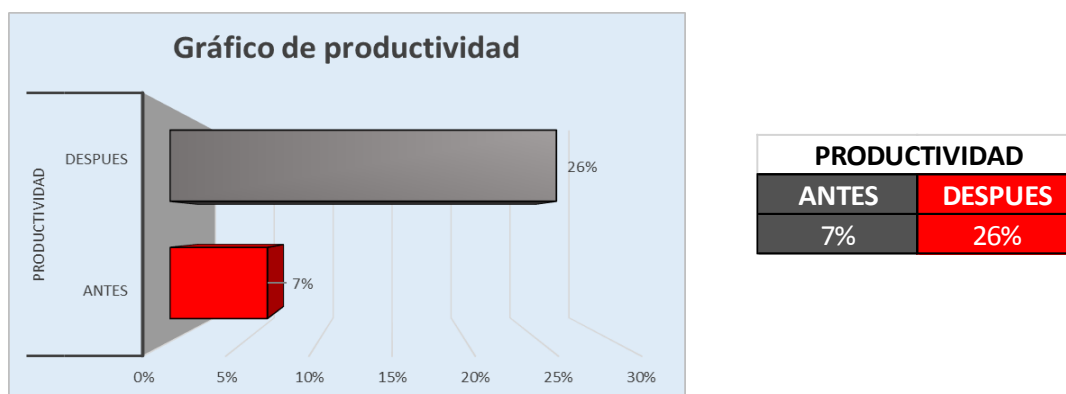
Requisiciones de Materiales

Permitirá generar un documento de pedido de los materiales y/o repuestos que serán utilizados en las diferentes órdenes de trabajo para que sean despachados desde la bodega/inventario.

2.7.4 Situación de mejora

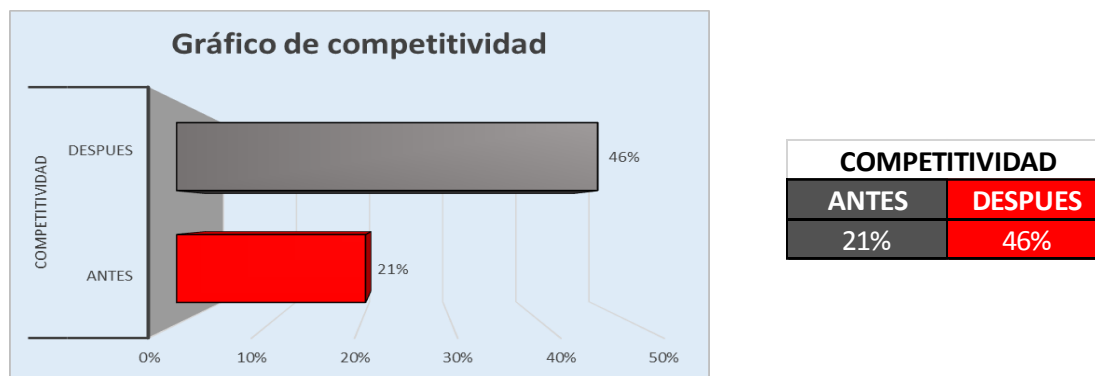
Al terminar con la implementación del mantenimiento productivo total se demuestra que la productividad mejoro con respecto a lo inicial de un 7 % al 26%. Estos datos se ven reflejados en el síguete grafico que fueron sacados de la base de datos.

Figura 21 :Gráfica de productividad



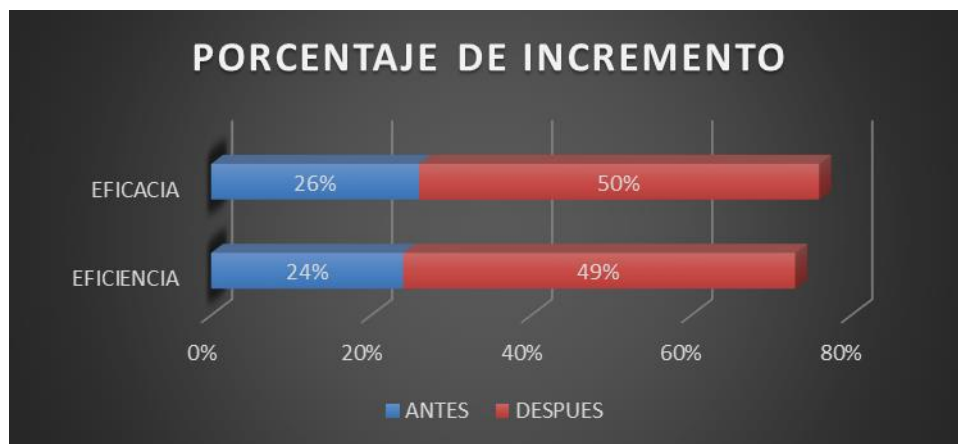
Fuente: Elaboración propia

Asimismo el flujo de competitividad de la empresa Hm contratistas S.A aumento de la siguiente manera:



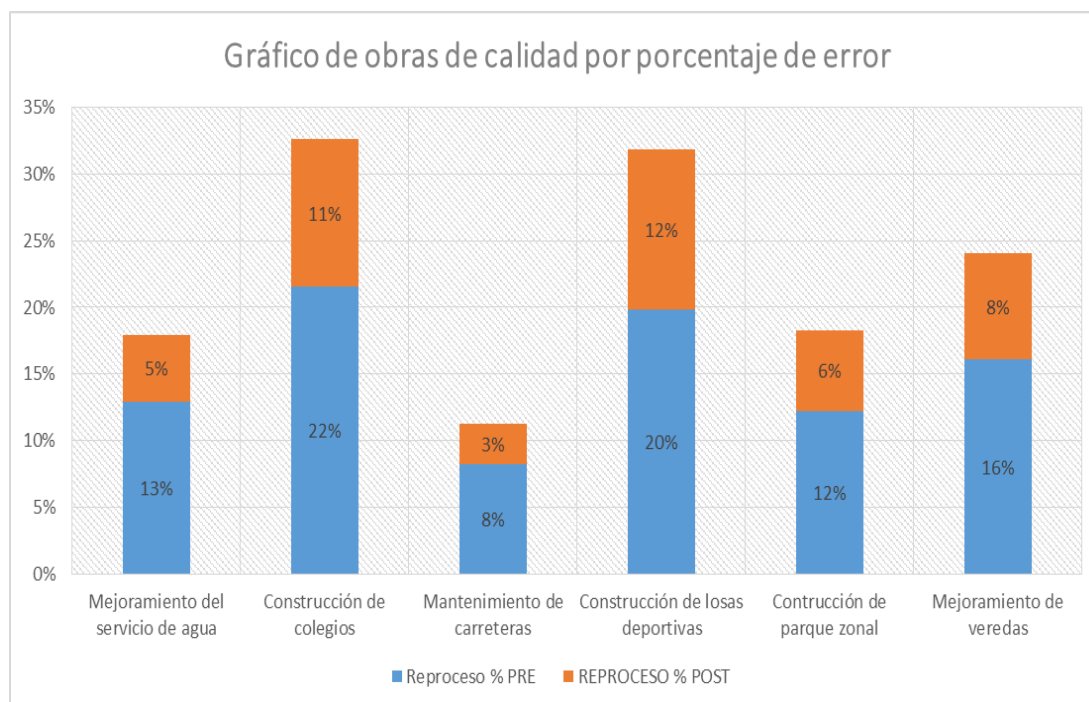
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Gráfica de eficiencia y eficacia



Fuente: Elaboración propia

Gráfica de Calidad



Fuente: Elaboración propia

2.7.5 Análisis beneficio Y Costo

Costos

Mano de Obra:

Para realizar el cálculo del presupuesto para la mano de obra se toma en cuenta el tiempo que se demora el personal en la actividad de mantenimiento y se la multiplica por el costo hombre hora.

Figura 23: Costos de mano de obra

CARGO	PRECIO H-H	SUELDO
Jefe de mantenimiento	45,52	1365,6
Asistente de mantenimiento	35,5	1065
Operarios de maquina	34,95	1048,5
Mecanicos	38,13	1143,9
Soldadores	32,3	969
Electricista	31,89	956,7
Bodegeros	33,48	1004,4
TOTAL		S/.7.553,10

Fuente: Elaboración propia

Materia Prima:

Repuestos de Maquinaria

Para los repuestos de bodega empleados en las actividades de mantenimiento se va a utilizar el precio actual del repuesto en el mercado. A continuación, en la tabla se detallan los diferentes repuestos con sus respectivos precios.

Figura 24: Costos de repuestos de maquinarias Pre

DESCRIPCION	P. UNITARIO	
	Dólares	Soles
Tanque de aceite 90 (55 galones)	664,65	2193,345
Tanque de aceite 15w40 URSA PREMIUN TDX	662,75	2187,075
Caneca aceite Rouxdexronmercon3 (5 galones)	109,26	360,558
Tanque aceite Rando Oil HD 68	569,92	1880,736
Grasa multi EP (120 lbs.)	389,2	1284,36
Refrigerante (galón)	4	13,2
Filtro de Aire PA 1905	28,71	94,743

Filtro de Aire PA 1894	37,12	122,496
Filtro de Aire RS 3504	42,35	139,755
Filtro de Aire RS 3505	34,74	114,642
Filtro de Aire RS 3935	17,46	57,618
Filtro de Aire Baldwin PA 3810	46,4	153,12
Filtro de Aire Baldwin PA 1912	17,48	57,684
Filtro de Aire Baldwin PA 2448	33,86	111,738
Filtro de Aire Baldwin 1681-FN	13,06	43,098
Filtro de Aire Baldwin 1894	37,12	122,496
Filtro de Aire 1621574200	35,4	116,82
Filtro de Aire 546791	32,5	107,25
Filtro de Aire RS 3736	28,58	94,314
Filtro de Aire RS 3737	20,99	69,267
Filtro de Aire NAPA 2321	22,1	72,93
Filtro de Aire NAPA 9108	62,31	205,623
Filtro de Aire NAPA 9109	31,1	102,63
Filtro de Aire 25756 /2803	50,15	165,495
Filtro de Aire RS 3971/2330	25,35	83,655
Filtro de Aire RS 3935/2816	23,86	78,738
Filtro de Aire RS 3517/ 6744	26,6	87,78
Filtro de Aire 2108 / PA1788	40,08	132,264
Filtro de Aire A2210	25,89	85,437
Filtro de Aire 542330	25,35	83,655
Filtro de Aire 542816	5,3	17,49
Filtro de Aire 2128	38,11	125,763
Filtro de Aire PA 1902	23,93	78,969
Filtro de Aire PA 1912 / 2920	23,93	78,969
Filtro de Aire RS 3704 / 6438	12,51	41,283
Filtro de Aire RS 3705 /2985	13,05	43,065
Filtro de Aire RE 282286 John Deere	69,11	228,063
Filtro de Aire RE 282287 John Deere	33,18	109,494
Filtro de Combustible BF 7632	7,65	25,245
Filtro de Combustible BF 1212	8,47	27,951
Filtro de Combustible BF 988	4,84	15,972
Filtro de Combustible BF 7632	10,65	35,145
Filtro de Combustible BF 7631	9,2	30,36
Filtro de Combustible BF 7679 –D	8,79	29,007
Filtro de Combustible BF 988 /3358	6,63	21,879
Filtro de Combustible BF 1277 - SPS	26,33	86,889
Filtro de Combustible 3358	6,64	21,912
Filtro de Combustible BF 7990	7,5	24,75

Filtro de Combustible 3112 / F878 F	8,27	27,291
Filtro de Combustible BF 811	9,2	30,36
Filtro de Combustible 5810	5,01	16,533
Filtro de Combustible BF 900	8,91	29,403
Filtro de Combustible LFF 5485	14,84	48,972
Filtro de Combustible RE 60021	25	82,5
Filtro separador de Agua Racor 2040T	6,4	21,12
Filtro separador de agua 5501/ BF7699 - D	4,29	14,157
Filtro Separador de Agua LFP 2000C	6,22	20,526
Filtro Separador de Agua PSD 460 – 1 TECFIL	10,1	33,33
Filtro de Aceite 1158	1,68	5,544
Filtro de Aceite PH3593A/21334MP	29,42	97,086
Filtro de Aceite BD 7154	8,83	29,139
Filtro de Aceite BF 7600/1791	8,89	29,337
Filtro de Aceite 1820	6,2	20,46
Filtro de Aceite BT237	8,2	27,06
Filtro de Aceite C-5504	7,54	24,882
Filtro de Aceite B236 / BT 970 /PA675	8,39	27,687
Filtro de Aceite LFP 222/ 1820/ B236	8,2	27,06
Filtro de Aceite FC 5504	16,4	54,12
Filtro de Aceite 1971	4,04	13,332
Filtro BT 427	15,3	50,49
Filtro de Aceite HH164-32430	16,63	54,879
Filtro de Aceite RES 19626	25,39	83,787
Filtro de Aceite Hidráulico 39911631	20,61	68,013
Filtro de Aceite Hidráulico BT 305	18,2	60,06
Filtro de Aceite Hidraulico Atlas Copco	13,29	43,857
Filtro de Aceite Hidráulico BT 8851 MPG	35,34	116,622
Filtro de Aceite Hidráulico HF67	22,79	75,207
Filtro de Aceite Hidráulico BT8471 MPG	26,4	87,12
Filtro de Aceite de Transmisión	55,45	182,985
Filtro de Aceite de Transmisión Donalson P165569	585,94	1933,602
Filtro de Aceite de Transmisión HHTA0-37710	1034,95	3415,335
Neumáticos SAM 1500 – 24 G2 PR 14	376,67	1243,011
Neumático Houler 1200 – 20 PR 20	2310	7623
Neumático 1200 24 STA 20 PR	964,29	3182,157
Neumatico B01 – LC 1200 – 20 SUPER ROCK 18	600	1980
Neumatico 23,5 x 25	2310	7623
TOTAL		S/.39.967,75

Figura 25 :Costos de repuestos de maquinarias POST

DESCRIPCION	P. UNITARIO	
	Dolares	Soles
Tanque de aceite 90 (55 galones)	664.65	2193.345
Tanque de aceite 15w40 URSA PREMIUN TDX	662.75	2187.075
Caneca aceite Rouxdexronmercon3 (5 galones)	109.26	360.558
Tanque aceite Rando Oil HD 68	569.92	1880.736
Grasa multi EP (120 lbs.)	389.2	1284.36
Refrigerante (galón)	4	13.2
Filtro de Aire PA 1905	28.71	94.743
Filtro de Aire PA 1894	37.12	122.496
Filtro de Aire RS 3505	34.74	114.642
Filtro de Aire RS 3935	17.46	57.618
Filtro de Aire Baldwin PA 3810	46.4	153.12
Filtro de Aire Baldwin PA 1912	17.48	57.684
Filtro de Aire Baldwin 1894	37.12	122.496
Filtro de Aire 1621574200	35.4	116.82
Filtro de Aire RS 3737	20.99	69.267
Filtro de Aire NAPA 2321	22.1	72.93
Filtro de Aire NAPA 9108	62.31	205.623
Filtro de Aire NAPA 9109	31.1	102.63
Filtro de Aire 25756 /2803	50.15	165.495
Filtro de Aire 2108 / PA1788	40.08	132.264
Filtro de Aire 2128	38.11	125.763
Filtro de Aire PA 1902	23.93	78.969
Filtro de Aire PA 1912 / 2920	23.93	78.969
Filtro de Aire RS 3704 / 6438	12.51	41.283
Filtro de Aire RS 3705 /2985	13.05	43.065
Filtro de Aire RE 282286 John Deere	69.11	228.063
Filtro de Aire RE 282287 John Deere	33.18	109.494
Filtro de Combustible BF 7632	7.65	25.245
Filtro de Combustible BF 1212	8.47	27.951
Filtro de Combustible 5810	5.01	16.533
Filtro de Combustible BF 900	8.91	29.403
Filtro de Combustible LFF 5485	14.84	48.972
Filtro de Combustible RE 60021	25	82.5
Filtro separador de Agua Racor 2040T	6.4	21.12
Filtro separador de agua 5501/ BF7699 - D	4.29	14.157
Filtro Separador de Agua LFP 2000C	6.22	20.526
Filtro Separador de Agua PSD 460 – 1 TECFIL	10.1	33.33
Filtro de Aceite 1158	1.68	5.544
Filtro de Aceite PH3593A/21334MP	29.42	97.086
Filtro de Aceite BD 7154	8.83	29.139
Filtro de Aceite BF 7600/1791	8.89	29.337

Filtro de Aceite 1820	6.2	20.46
Filtro de Aceite Hidráulico BT 305	18.2	60.06
Filtro de Aceite Hidraulico Atlas Copco	13.29	43.857
Neumáticos SAM 1500 – 24 G2 PR 14	376.67	1243.011
Neumático Houler 1200 – 20 PR 20	2310	7623
Neumatico B01 – LC 1200 – 20 SUPER ROCK 18	600	1980
Neumatico 23,5 x 25	2310	7623
TOTAL		S/.,29,286.94

Fuente: Elaboración propia

Equipos: Mantenimiento Correctivos

Los costos de mantenimiento correctivos PRE

Figura 26: Costos de mantenimientos PRE

MAQUINAS	DESCRIPCION	MANTENIMIENTO MENSUAL	COSTO	TOTAL
GRUA	FALLA DE LIQUIDO REFRIGERANTE	5	S/.,125.20	S/.,626.00
	LUBRICACION CON ACEITE DE TRANSMISION	6	S/.,112.50	S/.,675.00
EXCAVADORA	RUIDO EXTRAÑO DE MOTOR	4	S/.,114.20	S/.,456.80
	FUGAS DE ACEITE DE TUBO DE PRESION	5	S/.,99.60	S/.,498.00
CARGADOR	SALIDA DE AIRE DE TUBO PRIMARIO	3	S/.,154.30	S/.,462.90
	FUGA DE CONCENTRACION DE COMBUSTIBLE	5	S/.,129.60	S/.,648.00
RETROEXCAVADORA	SALIDA DE AIRE EN CONEXIÓN DE MANGUERA	5	S/.,134.60	S/.,673.00
	BANDAS EN DESGASTE	6	S/.,142.60	S/.,855.60
RODILLO DE USO	FALLA DE ACEITE DE MOTOR	4	S/.,153.30	S/.,613.20
	CALENTAMIENTO DE BUJIA INTERIOR	3	S/.,111.60	S/.,334.80
MEZCLADORA DE CEMENTO	FALLA DE BATERIA	3	S/.,116.50	S/.,349.50
	DESGASTE DE FRENOS AL CONTACTO	5	S/.,184.20	S/.,921.00
VOLQUETE	FALLA DE FRENOS DE PARQUEO	6	S/.,176.90	S/.,1,061.40
	CALENTAMIENTO DE PANEL ELECTRICO	5	S/.,150.20	S/.,751.00
CILINDRO COMPACTADOR	LUBRICACION DE ENGRANAJES DE CADENA	4	S/.,174.60	S/.,698.40
	CAMBIO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO	5	S/.,198.20	S/.,991.00
PALA CARGADORA	FALLA DE ACEITE EN LAS POLEAS	2	S/.,190.10	S/.,380.20
	CAMBIO DE FILTRO DE AURE SECUNDARIO	4	S/.,101.00	S/.,404.00
TRACTOR ORUGA	DESGASTE DE MANDOS FINALES	5	S/.,195.50	S/.,977.50
	DESGASTE EN TORNO DE MESA	2	S/.,188.80	S/.,377.60
			TOTAL	S/.,12,754.90

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mantenimiento preventivo POST

Para una mejor explicación los mantenimientos preventivos se realizarán con la ayuda del manual de mantenimiento. Trabajando con cada máquina de construcción en función a horas de trabajo.

Figura 27 :Costos de mantenimientos POST

CANTIDAD	PRECIO
2,24 gal12,05Aceite motor	89.067
10,03 gal10,36Aceite hidráulico (*)	114.279
2,37 gal12,08Aceite de transmisión(*)	31.482
2,5 gal4Refrigerante(**)	6.6
116,63Filtro de aceite	54.879
125Filtro de combustible	82.5
160,36Filtro hidráulico (*)	66.396
1069,11Filtro de aire primario	2280.63
533,18Filtro de aire secundario	547.47
1,75 gal/hora1,037Combustible	1197.735
1600Neumáticos (los 4 neumáticos)	2640
TOTAL	7111.04
IGV 18%	1280
TOTAL	S/.8,391.02

Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Cuadro de resumen de costos/beneficio

RESUMEN DE COSTOS POST		RESUMEN DE COSTOS PRE	
MANO DE OBRA	S/.7,553.10	MANO DE OBRA	S/.7,553.10
MATERIA PRIMA	S/.29,286.94	MATERIA PRIMA	S/.39,967.75
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	S/.8,391.02	MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	S/.12,754.90
IMPREVISTO POR OBRA (25%)	S/.11,307.77	TOTAL	S/.60,275.75
TOTAL	S/.45,231.06		
Según el Manual de Mantenimiento		COSTO BENEFICIO	
PARA 250 HORAS DE TRABAJO	S/.180.92	PRE	S/.60,275.75
		POST	S/.45,231.06
		B/C	S/. 15,044.69
CUADRO DE MANTENIMIENTO	DIAS		
CADA 10 HORAS	1 DIA		
CADA 50 HORAS	5 DIAS		
CADA 250 HORAS	25 DIAS		
CADA 500 HORAS	50 DIAS		
CADA 600 HORAS	60 DIAS		
CADA 1000 HORAS	100 DIAS		
CADA 2000 HORAS	200 DIAS		
CADA 6000 HORAS	600 DIAS		
CADA 12000 HORAS	1200 DIAS		

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

3.1 Análisis inferencial

3.1.1 Análisis de Hipótesis General

H_a: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la competitividad antes y después tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 90, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de kolmogorov smirnov.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 7: Prueba de normalidad de competitividad Kolmogorov smirnov

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COMPETITIVIDAD ANTES	,158	90	,000	,936	90	,000
COMPETITIVIDAD DESPUES	,088	90	,082	,988	90	,605

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 7, se puede verificar que la significancia de las competitividades, antes es 0.000 y después 0.082, dado que la competitividad antes es menor que 0.05 y la competitividad después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

3.1.2 Contratación de la Hipótesis general:

H_a : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

H_0 : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 8: Comparación de medias de competitividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
COMPETITIVIDAD ANTES	90	20,5667	2,81269	16,00	31,00
COMPETITIVIDAD DESPUES	90	45,8778	6,77210	30,00	62,00

De la tabla 8, ha quedado demostrado que la media de la competitividad antes (20.5667) es menor que la media de la competitividad después (45.8778), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas competitividades.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa

Tabla 9 : Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Competitividad

Estadísticos de prueba ^a	
	COMPETITIVIDAD DESPUES - COMPETITIVIDAD ANTES
Z	-8,244 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 9, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la competitividad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

3.1.3 Análisis de la primera Hipótesis Específica

H_a: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 90, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de kolmogorov smirnov .

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 10: Prueba de normalidad de competitividad Kolmogorov smirnov

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_ANTES	,267	90	,000	,819	90	,000
EFICACIA_DESPUES	,230	90	,000	,888	90	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 10, se puede verificar que la significancia de las eficacias, antes es 0.000 y después 0.000, dado que la eficacia antes es menor que 0.05 y la eficacia después es mayor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

3.1.4 Contrastación de la primera hipótesis específica

Ha: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

H0: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 11: Comparacion de medias de eficacias antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA_ANTES	90	2,5778	,68659	1,00	4,00
EFICACIA_DESPUES	90	5,0667	,87152	3,00	7,00

De la tabla 11, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes (2,5778) es menor que la media de la eficacia después (5,0667), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa

Tabla 12 : Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Eficacia.

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICACIA_DES PUES - EFICACIA_ANT ES
Z	-8,431 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 12, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

3.1.5 Análisis de la segunda Hipótesis Específica

Ha: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 90, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de kolmogorov smirnov .

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico

Tabla 13: Prueba de normalidad de eficiencia Kolmogorov smirnov

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_ANTES	,278	90	,000	,857	90	,000
EFICIENCIA_DESPUES	,256	90	,000	,885	90	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 13, se puede verificar que la significancia de las eficiencias, antes es 0.000 y después 0.000, dado que la eficiencia de antes es menor que 0.05 y la eficiencia de después es también menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

3.1.6 Contrastación de la segunda hipótesis específica

Ha: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

H0: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 14:: Comparacion de medias de competitividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA_ANTES	90	2,5778	,83434	1,00	5,00
EFICIENCIA_DESPUES	90	5,0778	,93889	3,00	7,00

De la tabla 14, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (2,5778) es menor que la media de la eficiencia después (5,0778), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficiencias.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa

Tabla 15: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Eficiencia

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA_D ESPUES - EFICIENCIA_A NTES
Z	-8,347 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 15, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.

3.1.7 Análisis de la tercera Hipótesis Específica

Ha: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de calidad antes y después tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 90, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de kolmogorov smirnov .

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 16: Prueba de normalidad de calidad Kolmogorov smirnov

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CALIDAD_ANTES	,211	90	,000	,846	90	,000
CALIDAD_DESPUES	,208	90	,000	,837	90	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 16, se puede verificar que la significancia de las calidades, antes es 0.000 y después 0.000, dado que la calidad de antes es menor que 0.05 y la calidad de después es también menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contrastación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon

3.1.8 Contrastación de la primera hipótesis específica

Ha: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

H0: La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla 17: Comparacion de medias de calidad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
CALIDAD_ANTES	90	14,0000	1,46878	12,00	16,00
CALIDAD_DESPUES	90	19,7556	1,12491	18,00	21,00

De la tabla 17, ha quedado demostrado que la media de la calidad antes (14,0000) es menor que la media de la calidad después (19,7556), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, procederemos al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas calidades.

Regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis alternativa

Tabla 18: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la Calidad

Estadísticos de prueba ^a	
	CALIDAD_DES PUES - CALIDAD_ANT ES
Z	-8,357 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

De la tabla 18, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la calidad antes y después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A..

IV. DISCUSIÓN

4.1 Discusión

Los resultados en función de nuestros cálculos, nos muestran los siguientes aspectos, que se ven a continuación:

Para empezar se ha quedado demostrado que la media de la competitividad antes (20.5667) es menor que la media de la competitividad después (45.8778), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., en tal sentido RIVERA, Enrique. Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, quien manifiesta que para garantizar el éxito de la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento industrial se debe contar con las herramientas e instrumentos necesarios, así como el personal capacitado para realizar el mantenimiento, a partir de estos dos elementos se puede cumplir con los objetivos trazados en el área de mantenimiento.

Asimismo, según el resultado se ha demostrado que la media de la eficacia antes (2,5778) es menor que la media de la eficacia después (5,0667), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., lo cual según CRUZADO, Antonio. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de MYPES del sector textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, determina que la

puesta en práctica de la gestión de mantenimiento debe partir del diagnóstico de las áreas de mantenimiento y producción, así relacionar los dos factores, posterior a ello se estableció que la gestión de mantenimiento es una herramienta necesaria para garantizar la operatividad de los equipos, cumplimiento de los pedidos, aumento de la productividad y elevar la competitividad.

En tercer lugar, el cálculo relacionado ha demostrado que la media de la eficiencia antes (2,5778) es menor que la media de la eficiencia después (5,0778), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., asimismo, según FUENTES, Sebastián. Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la Empresa Hilados RICHARD'S S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Fuentes, Sebastián (2015). Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la Empresa Hilados RICHARD'S S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en sus resultados se alcanzó un ahorro de S/.103 020, 53 cada seis meses. A partir del sistema de gestión aplicado a la empresa se garantizó la disponibilidad de las máquinas y equipos y se disminuyó en 30.0% las fallas.

Por último, según podemos observar que como resultados del estadístico se ha demostrado que la media de la calidad antes (14,0000) es menor que la media de la calidad después (19,7556), por consiguiente no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que : La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) no mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del TPM

(Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A. Por todo eso vemos que ÑAUPARI, Robert. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de equipos médicos del centro de Salud FAP mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento TPM. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, quien sugiere que con la implementación del sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total TPM, se logró reducir los costos en un 65%, referente al impacto económico de las paradas de los tres equipos desde el año 2014 a junio 2015 que ascendieron a S/.636,650.00 en total. Se logró demostrar además mantener la línea de sostenibilidad para los próximos 5 años.

V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

Para comenzar en cuanto al TPM, los resultados obtenidos, según nuestro calculo tenemos los siguientes aspectos:

Con relación al objetivo general: Determinar como la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., se llega a la conclusión que al implementar TPM, la competitividad mejoro de un 21% antes de la implementación a un 46% , añadiendo a ello también el incremento de la productividad de un 7% antes de la implementación a un 26%, con esto se llega a cumplir el objetivo general del trabajo de investigación.

Con relación al primer objetivo específico: Identificar cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.; Se determinó que hay una mejora significativa en la eficacia, de un 26% antes de la implementación a un 51%, esto debido a un software de mantenimiento el cual fue creado para minimizar la actividades de acciones correctivas y pasarlas a mantenimientos preventivos, a fin de disminuir los tiempos de fallas entre las máquinas de construcción. Por lo tanto, la eficacia mejoro considerablemente un 25% al finalizar el proyecto.

Con relación al segundo objetivo específico: Analizar cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A.. donde se capacitó al personal para el mejor manejo de las maquinarias en el desarrollo de una obra de construcción así mismo se entregó de un manual de operatividad de la máquina, por lo cual se logró mejorar la eficiencia y sobre todo darle seguridad al operario. Mejorando de un 24% antes de la implementación a un 49 % después de la implementación, esto genero un crecimiento de 25% de la eficiencia dentro de las obras de construcción.

Con relación al tercer objetivo específico: Establecer cómo la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) mejora la calidad en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A. Es donde se determinó un mejoramiento en la calidad de sus proyectos de construcción, sin dejar de lado el cumplimiento a tiempo con las obras programadas optando por mejorar relación con los trabajadores y la colaboración del manejo de sus recursos ya sea máquinas y herramientas de medición a niveles óptimos. Todo esto conlleva a una relación de eficiencia, eficacia y calidad disminuyendo de un 75% de obras observadas a un 25 % después de la implementación, esto generó un decrecimiento de 50% volviendo a la empresa más competitiva con respecto a otras del mismo sector de construcción

VI. RECOMENDACIONES

6.1 Recomendaciones

Las sugerencias en cuanto al uso del TPM se dan en relación a los tres aspectos relacionados a la eficiencia, eficacia y la entrega de obras de calidad, esto debe ser de acuerdo a:

La aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) como propuesta para la mejora en la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., sugerimos aumentar y reforzar la capacitación del recurso humano que es vital, para que el programa TPM se mantenga y puedan apreciarse los resultados en el menor tiempo posible, demostrando la efectividad y el impacto positivo que traerá a la fábrica como unidad de negocio beneficiando al personal por su crecimiento y profesionalización, por lo que también es necesario incorporar la figura del secretario TPM, el cual se encargará de labores operativas y de gestión visual, estas actividades si bien no necesitan de mucha experticia son importantes por ser la imagen del proyecto ante la fábrica y ante los visitantes.

Por consiguiente, en primer lugar, podemos sugerir que la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) sobre la eficacia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., menciona que se debe entender que TPM es una implementación a largo plazo y que es un proceso de mejoramiento continuo, por ello los resultados representativos no se van a ver a corto plazo y dependen mucho de la perseverancia y compromiso de todo el personal que se encuentran involucrado con la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en sus tres fases, tanto el análisis, implementación y seguimiento, sin embargo antes de aplicar esta cultura, se debe preparar al personal lo suficiente y empoderarlo del tema para que se motive y se entusiasme con los beneficios que les va a aportar dicho cambio.

En segundo lugar, sobre la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) y su influencia en la eficiencia en la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., sugerimos que hacer seguimiento paulatinos, por lo que en la línea de producción de la empresa HM Contratistas S.A., ya que las condiciones están muy por debajo de los estándares

mundiales, por lo tanto la implementación de un modelo de mejoramiento es de vital importancia si se desea permanecer en el mercado.

Por ultimo en tercer lugar, sobre la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total) y su influencia en la calidad de la competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A., mencionaremos que en cuanto a la aplicación de un programa de mantenimiento autónomo debe ir sustentado en la metodología 5S como base y se convierte en el pilar fundamental para la implantación del programa TPM, donde se involucra todo el personal de la fábrica ya sea como soporte o como actores principales del avance en cada uno de los pasos

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 Referencias Bibliográficas

AGUILERA, Enríquez. et al. Estrategias empresariales para la competitividad y el crecimiento de las PYMES. Una evidencia empírica. Rev. Investigación y Ciencia, vol. 19, núm. 53, septiembre-diciembre, 2011, pp. 39-48. Universidad Autónoma de Aguascalientes-Aguascalientes, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67421408005> ISSN: 1665-4412

AVILA, Ricardo. Implementación del TPM en el Área de POP (Producto o Punto de venta). Tesis (Ingeniero industrial). Querétaro: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2011. Disponible en: <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IN/024.pdf>

BENÍTEZ, Manuel. Evolución del Concepto de Competitividad. Ingeniería Industrial. Rev. Actualidad y Nuevas Tendencias, núm. 8, enero-junio, 2012, pp. 75-82. Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2150/215025114007.pdf> ISSN: 1856-8327

BRENES, Kevin. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) enfocado en las técnicas de Mantenimiento Autónomo, Control Visual y Metodología (5S) en la planta productiva de Grupo Espartaco. Tesis (Ingeniería en Mantenimiento Industrial). San José: Escuela de Ingeniería Electromecánica, 2016. Disponible en: <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6566>

CARRASCO, Javier. Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial. España: Editorial Omnia Science. 2014. 320 pp. ISBN: 9788494187285

CCH (2015) CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN. Informe Macroeconomía y Construcción. Chile: CCH. 2015. Disponible en: <http://www.cchc.cl/uploads/archivos/archivos/MACH43-2015.pdf>

COMEX. Sector Construcción. Perú, 2015. Disponible en: [http://www.comexperu.org.pe/media/files/revista/Abril10 %5CPortada_152.pdf](http://www.comexperu.org.pe/media/files/revista/Abril10%5CPortada_152.pdf)

CORBETTA, P. Metodología y técnicas de investigación social. España: Editorial McGrawHill. 2010. 421 pp.

CRUZADO, Antonio. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de Mypes del sector textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad

Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014. Disponible en:
http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/346246/1/Tesis+Cruzado_SA.pdf

CUATRECASAS, Luís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. España: Editorial Díaz de Santos. 2012. 712 pp. ISBN: 978847978997-8

DUQUE, Edison. Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición. Rev. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, vol. 15, núm. 25, enero-junio, 2005, pp. 64-80. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/818/81802505.pdf> ISSN: 0121-5051

FUENTES, Sebastián. Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la Empresa Hilados RICHARD'S S.A.C. Tesis (Ingeniería Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. Disponible en:
http://tesis.usat.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/527/1/TL_Fuentes_Zavala_SebastianMoises.pdf

GARCÍA, Agustín. Elementos de bioestadística. España: Universidad de Extremadura. 2011, 363 pp. ISBN 978-84-694-9432-5

GESTIÓN. Capeco: sector construcción se recuperará este año y crecerá hasta 4%. 2016. Disponible en: <http://gestion.pe/economia/capeco-sector-construccion-se-recuperara-este-ano-y-crecera-hasta-4-2161062>

GONZÁLEZ, Martín. Estructura de costes en el sector de la construcción en España. Revista de la Construcción vol.11 no.3 Santiago dic. 2012. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718915X2012000300003 ISSN 0718-915X

HERNÁNDEZ, Juan. VIZÁN, Antonio. Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. España: Escuela de organización industrial. 2013. 178 pp. ISBN: 978-84-15061-40-3

INEI. Producción del sector Construcción creció 5,37% en febrero de 2016. 2016. Perú. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-del-sector-construccion-crecio-537-en-febrero-de-2016-8983/>

LABARCA, Nelson. Consideraciones teóricas de la competitividad empresarial. Rev. Omnia, vol. 13, núm. 2, 2007, pp. 158-184. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/737/73713208.pdf> ISSN: 1315-8856

MANSILLA, Natalia. Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Ingeniero de alimentos). Santiago: Universidad de Chile, 2011. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115896/mansilla_nl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MESA, Dairo. ORTIZ. Yesid. PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Rev. Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701

MINISTERIO de Turismo (España). Estudio de la competitividad de la industria de la construcción en España. Observatorio Industrial del Sector Construcción. [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://www.minetur.gob.es/industria/observatorios/SectorConstruccion/Actividades/2011/Estudio_de_la_Competitividad_de_la_Industria_de_la_Construccion_en_Espa%C3%B1a.pdf

MORA, Alberto. Mantenimiento: Planeación, ejecución y control. México: Editorial Alfa y Omega. 2010. 528 pp. ISBN: 978-958-682-769-0

MORALES, Juan. Implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) al taller automotriz del I. Municipio de Riobamba (IMR). Tesis (Ingeniero automotriz). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012. Disponible en: http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Mecanica_Industrial/70.pdf

MORALES, Mario. BLANCO, Ana. La competitividad en la industria de la construcción de la construcción en México. Rev. Administración y tecnología para el diseño. México. 2007. [en línea], [Fecha de consulta: 13 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2007/3_2007.pdf

MUÑOZ, José. Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2014. Disponible en: http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322311/2/munoz_ij-pub-tesis.pdf

NAVAS, María, et al. Métodos, diseños y técnicas de investigación. España: Editorial UNED, 2010. 221 pp. ISBN: 9788436250220

ÑAUPARI, Robert. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de equipos médicos del centro de Salud FAP mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento TPM. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015. 211 pp.

QUEZADA, N. Metodología de la investigación. Lima: Editorial Macro. 2015, 334 pp. ISBN: 9786124034503

REMACHE, Milton. Implementación del Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el manejo eficiente del Centro de Producción Siderometalúrgico El Sol. Tesis (Ingeniero en electromecánica). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2011. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1053/1/T-UTC-0740.pdf>

RIVERA, Enrique. Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Ingeniero industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera_re.pdf

SIICEX. El sector construcción en los países de Latinoamérica. Prom Perú. 2015. Disponible en: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/El%20sector%20construcci%C3%B3n%20en%20los%20pa%C3%ADses%20de%20Latinoamerica%202015.pdf>

TORRES, Juan. Gestión del control de maquinaria pesada en obras viales usando tecnologías de la información. Tesis (Magíster en Gestión y Administración de la Construcción). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/856/1/torres_ej.pdf

TUAREZ, César. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Tesis (Magíster en gestión de la productividad y la calidad). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2013. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>

UMAC- Unidad de Monitoreo y Análisis de la Competitividad. Competitividad en el sector construcción. Rev. Centro Nacional de Competitividad, edición nº 98, mayo-2012. Disponible en: <http://cncpanama.org/phocadownload/Competitividad%20al%20Dia%20No.%2098%20%20Competitividad%20en%20el%20sector%20Construccion.pdf>

VALDIVIA, Román. Gestión de mantenimiento y reparación de equipo pesado en la construcción de carreteras. Tesis (Ingeniero mecánico-eléctrico). Piura: Universidad de Piura, 2012. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1709/IDP_IME_030.pdf?sequence=1

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A?	Determinar como la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Competitividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Productividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A?	Establecer cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Productividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Productividad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A
¿En qué medida la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Calidad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A?	Establecer cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Calidad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A	La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la Calidad de las obras civiles en el departamento de equipos y maquinarias de la empresa HM Contratistas S.A

ANEXO 02

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL					
APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	Indicadores	
	"El Mantenimiento productivo Total buscar eliminar averías y fallas repetitivas que limitan la disponibilidad de equipos y su operatividad. Ello a través de una metodología que diagnóstica, analiza y optimiza los procesos de averías, fallas frecuentes, falta de repuestos, predicción de fallas, estimación de la vida útil de las piezas, defectos de procesos, asegurando así la disponibilidad continua de las máquinas y equipos" (Mora, 2010, p.441).	Lo integran una serie de actividades que se desprende de los preceptos del TPM con el objetivo de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa HM Contratistas S.A.		Razón	
			Confiabilidad	Tiempo medio entre fallas y reparación Dónde: C: Confiabilidad TMF: Tiempo medio entre fallas TMR: Tiempo medio para reparación $C= \frac{TMF \times 100}{TMR}$	Razón
			Disponibilidad	Disponibilidad operacional Dónde: D: Disponibilidad TF: Tiempo de funcionamiento TFR: Tiempo de funcionamiento requerido $\%D= \frac{TF \times 100}{TFR}$	
COMPETITIVIDAD	"La competitividad involucra alcanzar altos estándares relacionados a la calidad del producto, satisfacción de los clientes, cumplimiento de actividades programadas, rentabilidad en función de lo invertido. Ser competitivo requiere sobresalir frente a la competencia y a vista de los clientes, a mayor calidad de los productos y servicios, más competitivo será una empresa" (Benítez, 2012, p.76).	VARIABLE DEPENDIENTE: COMPETITIVIDAD			
		Es la productividad y calidad demostrada en la competitividad en la empresa HM Contratistas S.A.	DIMENSIONES	Indicadores	ESCALA
			Productividad	Eficacia E2 = (P.L) X 100% P.P E2= Eficacia P.L= Prod. Lograda P.P= Prod. Planificada Eficiencia E1 = 1 - (P.R) X 100% P.P E1= Eficiencia P.R= Prod. Real P.L= Prod. Lograda	Razón

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	Indicadores	ESCALA
	“El Mantenimiento productivo Total buscar eliminar averías y fallas repetitivas que limitan la disponibilidad de equipos y su operatividad. Ello a través de una metodología que diagnóstica, analiza y optimiza los procesos de averías, fallas frecuentes, falta de repuestos, predicción de fallas, estimación de la vida útil de las piezas, defectos de procesos, asegurando así la disponibilidad continua de las máquinas y equipos” (Mora, 2010, p.441).	Lo integran una serie de actividades que se desprende de los preceptos del TPM con el objetivo de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa HM Contratistas S.A.	Confiabilidad	Tiempo medio entre fallas y reparación Dónde: C: Confiabilidad TMF: Tiempo medio entre fallas TMR: Tiempo medio para reparación $C = \frac{TMF \times 100}{TMR}$	Razón
			Disponibilidad	Disponibilidad operacional Dónde: D: Disponibilidad TF: Tiempo de funcionamiento TFR: Tiempo de funcionamiento requerido $\%D = \frac{TF \times 100}{TFR}$	
COMPETITIVIDAD	“La competitividad involucra alcanzar altos estándares relacionados a la calidad del producto, satisfacción de los clientes, cumplimiento de actividades programadas, rentabilidad en función de lo invertido. Ser competitivo requiere sobresalir frente a la competencia y a vista de los clientes, a mayor calidad de los productos y servicios, más competitivo será una empresa” (Benítez, 2012, p.76).	VARIABLE DEPENDIENTE: COMPETITIVIDAD			
		Es la productividad y calidad demostrada en la competitividad en la empresa HM Contratistas S.A.	DIMENSIONES	Indicadores	ESCALA
			Productividad	Eficacia $E2 = \frac{(P.L) \times 100\%}{P.P}$ E2= Eficacia P.L= Prod. Lograda P.P= Prod. Planificada Eficiencia $E1 = 1 - \frac{(P.R) \times 100\%}{P.P}$ E1= Eficiencia P.R= Prod. Real P.L= Prod. Lograda	Razón
			Calidad	Obras acabadas de calidad Dónde: OC: Obras de calidad TOO: Total de obras observadas TOE: Total de obras entregadas $\%OC = \frac{TOO \times 100}{TOE}$	Razón

ANEXO 03

Especificaciones de la Excavadora Hidráulica 374D L

Motor		Mecanismo de giro		Capacidades de llenado de servicio	
Modelo del motor	Cat® C15 ACERT® (ATAAC)	Velocidad de giro	6,4 rpm	Capacidad del tanque de combustible	935 L 247 gal EE.UU.
Potencia neta al volante	355 kW 476 hp	Par de giro	214,8 kN-m 158.428 lb-pie	Sistema de enfriamiento	95 L 25 gal EE.UU.
Potencia neta: ISO 9249	355 kW 476 hp	Mando		Aceite del motor	65 L 17 gal EE.UU.
Potencia neta: SAE J1349	355 kW 476 hp	Velocidad máxima de desplazamiento	4,1 km/h 2,6 mph	Mando de giro (cada uno)	12 L 3,2 gal EE.UU.
Potencia neta: EEC 80/1269	355 kW 476 hp	Fuerza de arrastre máxima en la barra de tiro: tren de rodaje largo	492,5 kN 110.718 lb	Mando final (cada uno)	15 L 4 gal EE.UU.
Calibre	137 mm 5,4"	Sistema hidráulico		Sistema hidráulico (incluido el tanque)	670 L 177 gal EE.UU.
Carrera	171 mm 6,75"	Sistema principal: flujo máximo (Total)	880 L/min 232 gal EE.UU./min	Tanque hidráulico	310 L 82 gal EE.UU.
Cilindrada	15,2 L 928 pulg ³	Sistema de rotación: flujo máximo	360 L/min 95 gal EE.UU./min	Nivel de ruido	
<ul style="list-style-type: none"> La 374D L cumple con los requisitos Tier 3 sobre emisiones en todo el mundo. No se requiere reducción de potencia del motor a una altitud menor de 2.300 m (7.500'). La potencia neta especificada es la potencia disponible al volante cuando el motor está equipado con ventilador, filtro de aire, silenciador y alternador. 		Presión máxima del equipo normal	35.000 kPa 5.076 lb/pulg ²	Rendimiento ANSI/SAE J1166 OCT98	
Pesos		Presión máxima de desplazamiento	35.000 kPa 5.076 lb/pulg ²	<ul style="list-style-type: none"> Cuando se ha instalado correctamente y se han realizado los procedimientos de mantenimiento establecidos, la cabina ofrecida por Caterpillar, probada con las puertas y las ventanas cerradas y de acuerdo con la norma ANSI/SAE J1166 OCT 98, cumple con los requisitos de la OSHA y la MSHA sobre los límites de exposición al ruido para el operador, vigentes en la fecha de fabricación. Es posible que se necesite protección auditiva si se trabaja durante mucho tiempo en una estación del operador y una cabina abierta (cuando no se han realizado los procedimientos de mantenimiento correctamente o cuando se opera con las puertas y ventanas abiertas), o en un entorno ruidoso. 	
Peso en orden de trabajo – Tren de rodaje largo	71.132 kg 156.819 lb	Presión máxima de giro	29.400 kPa 4.264 lb/pulg ²		
<ul style="list-style-type: none"> Pluma de alcance, brazo R3.6 (11' 10"), cucharón de 3,8 m³ (5,0 yd³) y zapatas de 650 mm (26"). 		Sistema piloto: flujo máximo	87 L/min 23 gal EE.UU./min		
Cadena		Sistema piloto: presión máxima	4.120 kPa 600 lb/pulg ²		
Estándar con tren de rodaje largo	900 mm 36"	Cilindro de la pluma – Calibre	190 mm 7,5"	Normas	
Optativo para tren de rodaje largo	750 mm 30"	Cilindro de la pluma – Carrera	1.792 mm 70,6"	Frenos	SAE J1026 APR90
Optativo para tren de rodaje largo	650 mm 26"	Calibre del cilindro del brazo	210 mm 8,3"	Cabina/FOGS	SAE J1356 FEB88 ISO 10262
Cantidad de zapatas (por lado) para el tren de rodaje largo	47	Cilindro del brazo – Carrera	2.118 mm 83,4"		
Cantidad de rodillos de cadena (por lado) para el tren de rodaje largo	8	Cilindro del cucharón	190 mm 7,5"		
Cantidad de rodillos portadores (por lado)	3	de la Familia VB2 – Calibre	1.443 mm 56,8"		
		Cilindro del cucharón de la Familia VB2 – Carrera	200 mm 7,9"		
		Cilindro del cucharón de la Familia WB2 – Calibre	1.457 mm 57,4"		
		Cilindro del cucharón de la Familia WB2 – Carrera			

ANEXO 04

Ficha Técnica de grúa 90t.

Código Interno equipo PREANSA	N°12
TIPO DE EQUIPO	Grúa móvil de pluma telescópica todo terreno rápida. AT.
MARCA – MODELO – N° BASTIDOR	LIEBHERR - LTM 1090/2 – W094645001EL05580
NÚMERO DE SERIE	063138
CAPACIDAD – LONGITUD BOOM	90 T - 52 m - Equipa Plumín de 19 m
AÑO DE FABRICACIÓN	2001
CONTRAPESOS	20 T
HORÓMETRO GRÚA / HORÓMETRO CAMIÓN / KM. CAMIÓN	8622h / 4215h / 54040Km
PESO DEL EQUIPO PARA TRANSPORTE SIN CONTRAPESOS	53 T
CERTIFICACIÓN DEL EQUIPO POR INGENIERO ESPECIALISTA	INDUSTRY CERTIFICATIONS SAC. hasta Febrero 2017
EQUIPAMIENTO ADICIONAL	Plumín lateral de 19m angulable a 0°, 15°, 30° o 45°.
UBICACIÓN ACTUAL DEL EQUIPO	Villa María del Triunfo, Lima, Perú.

FOTOGRAFÍA



ANEXO 05



SYNTESI R SYNTESI 350 LA WORKMAN II

Hormigoneras de remolque con ruedas neumáticas

Equipamiento de Serie de Syntesi R

- ✓ Motor eléctrico monofásico 230V/50Hz, ubicado en un compartimento protegido del polvo y de los agentes atmosféricos
- ✓ Versión con motor a gasolina Subaru EX13 3,2 kW (Syntesi 190R, Syntesi 250R) o Subaru EX17 4,2 kW (Syntesi 350R)
- ✓ Sistema de transmisión con correa de alta resistencia y engranajes de acero en baño de aceite que no necesitan mantenimiento
- ✓ Barra de remolque para el transporte en carretera hasta 90 km/h (el remolque en carretera solo es válido en los países donde está permitido)
- ✓ 2 ruedas neumáticas

115V/60Hz MONOF.

MOTOR DISPONIBLE

✓ Syntesi 350 LA

Equipamiento de Serie de Syntesi 350 LA

- ✓ Motor a gasolina Honda GX 160 4 kW o Subaru EX17 4,2 kW
- ✓ Sistema de transmisión con correa de alta resistencia y engranajes de acero en baño de aceite que no necesitan mantenimiento
- ✓ Barra de remolque para el transporte en la obra (no adecuado para el remolque en carretera)
- ✓ 2 ruedas neumáticas

Equipamiento de Serie de Workman II 250/350

- ✓ Motor a gasolina Honda GX 160 4 kW o Subaru EX17 4,2 kW
- ✓ Sistema de transmisión con correa de alta resistencia y engranajes de acero en baño de aceite que no necesitan mantenimiento
- ✓ Barra de remolque para el transporte en carretera hasta 90 km/h (el remolque en carretera solo es válido en los países donde está permitido)
- ✓ 2 ruedas neumáticas

Equipamiento de Serie de Syntesi 350RS

- ✓ Motor eléctrico monofásico 230V/50Hz 1,4 kW
- ✓ Versión con motor a gasolina Honda GX 160 4 kW o Subaru EX17 4,2 kW
- ✓ Sistema de transmisión con correa de alta resistencia y engranajes de acero en baño de aceite que no necesitan mantenimiento
- ✓ Barra de remolque para el transporte en la obra (no adecuado para el remolque en carretera)
- ✓ 2 ruedas neumáticas

Equipamiento de Serie de Syntesi F

- ✓ Motores a gasolina o diésel, o motores eléctricos 230V/50Hz
- ✓ Sistema de transmisión con correa de alta resistencia y engranajes de acero en baño de aceite que no necesitan mantenimiento
- ✓ Barra de remolque para el transporte en la obra (no adecuado para el remolque en carretera)
- ✓ 4 ruedas neumáticas grandes TODO TERRENO (dirección delantera)



Syntesi 350 R



Syntesi 350 LA



Workman II

ANEXO 06

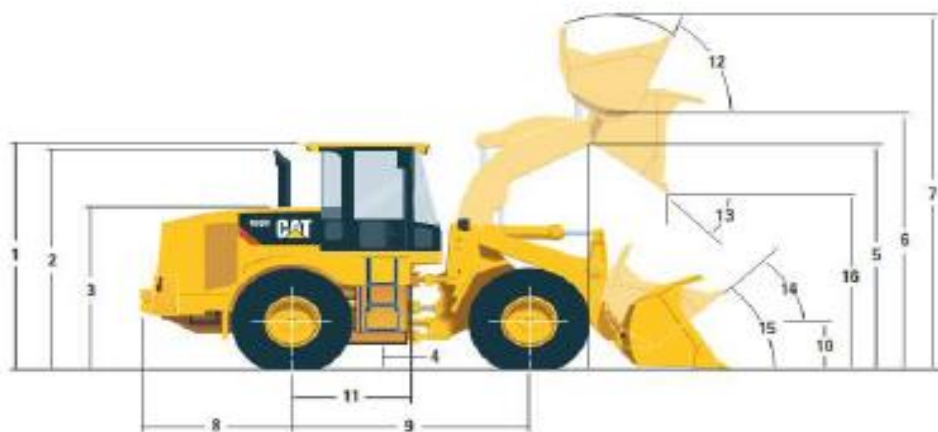


FICHAS TECNICAS BLAS-GON S.A.: CAT 938G

PALA CARGADORA CATERPILLAR 938G



1.- DIMENSIONES ESTATICAS





MODELO DE MAQUINA	CAT 938G
	mm
1 Altura a parte superior de la cabina	3.356
2 Altura hasta final de tubo de escape	3.099
3 Altura hasta capó del motor	2.415
4 Altura de batalla	397
5 Altura de brazo en levantamiento máximo	3.435
6 Altura máxima del eje del bulón del cucharón	3.843
7 Altura máxima de cucharón	5.284
8 Distancia desde eje trasero a final máquina	1.869
9 Distancia entre ejes	3.020
10 Altura mínima del eje del bulón del cucharón	688
11 Distancia del eje trasero al eje de giro	1.510
12 Angulo de giro del cucharón a altura máxima	65°
13 Angulo de giro del cucharón a altura mínima	50°
14 Angulo del cucharón con la horizontal a altura mínima	50°
15 Angulo del cucharón con el terreno a altura mínima	42°
16 Altura máxima del cucharón en descarga	2.771

2.- PESOS OPERATIVOS

MODELO DE MAQUINA	CAT 938G
	kg
Peso en orden de trabajo	15.500
Carga estática	10.200
Fuerza de carga (kN)	123
Capacidad del cucharón (m³)	2,3 – 3,0

4.- MOTOR

MODELO DE MAQUINA	CAT 938G
Potencia neta – ISO 9249	kW 134
Modelo de motor	C6.6 ACERT
Potencia bruta – SAE J1995	kW 147
Par máximo (neto) a 1.400 RPM	Nm 840
Reserva de par total	38%
Cilindrada	6,6 L

ANEXO 07

Especificaciones del modelo 420F/420F IT

Motor		
Modelo del motor	Cat C4.4 ACERT	
Potencia bruta		
SAE J1995	76 kW	102 hp
ISO 14396	74 kW	100 hp
Potencia neta nominal a 2.200 rpm		
SAE J1349	69 kW	93 hp
ISO 9249/EEC 80/1269	70 kW	94 hp
Potencia máxima neta a 1.800 rpm		
SAE J1349	71 kW	95 hp
ISO 9249	72 kW	97 hp
EEC 80/1269	72 kW	97 hp
Calibre	105 mm	4,13"
Carrera	127 mm	5"
Cilindrada	4,4 L	268 pulg ³
Reserva de par neta a 1.400 rpm SAE J1349	46 %	
Par máximo neta a 1.400 rpm	438 N·m	323 lb·pie

* El motor cumple con los estándares de emisiones Tier 4 Interim de la EPA de EE.UU./Stage IIIB de la Unión Europea.

Transmisión		
Transmisión servomecánica estándar		
1ª de avance	6 km/h	3,7 mph
2ª de avance	9,6 km/h	5,9 mph
3ª de avance	20 km/h	12 mph
4ª de avance	40 km/h	25 mph
1ª de retroceso	6 km/h	3,7 mph
2ª de retroceso	9,6 km/h	5,9 mph
3ª de retroceso	20 km/h	12 mph
4ª de retroceso	40 km/h	25 mph
Transmisión automática optativa		
1ª de avance	5,9 km/h	3,7 mph
2ª de avance	9,5 km/h	5,9 mph
3ª de avance	20 km/h	12 mph
4ª de avance	27 km/h	17 mph
5ª de avance	41 km/h	25 mph
1ª de retroceso	5,9 km/h	3,7 mph
2ª de retroceso	13 km/h	7,8 mph
3ª de retroceso	27 km/h	17 mph

Pesos*		
Peso en orden de trabajo: nominal	6.983 kg	15.395 lb
Peso en orden de trabajo: máximo	11.000 kg	24.251 lb
Cabina ROPS/FOPS	184 kg	406 lb
Transmisión automática	216 kg	476 lb
Control de amortiguación	14 kg	31 lb
Aire acondicionado	26 kg	57 lb
Tacción en las cuatro ruedas	183 kg	397 lb
Cucharón de uso múltiple (1,0 m³/1,3 yd³) (sin horquillas ni dientes)	745 kg	1.642 lb
Cargador con portaherramientas integral y acoplador rápido	197 kg	434 lb
Brazo extensible	305 kg	672 lb
Contrapesos (Opción 1)	115 kg	255 lb
Contrapesos (Opción 2)	240 kg	530 lb
Contrapesos (Opción 3)	460 kg	1.015 lb

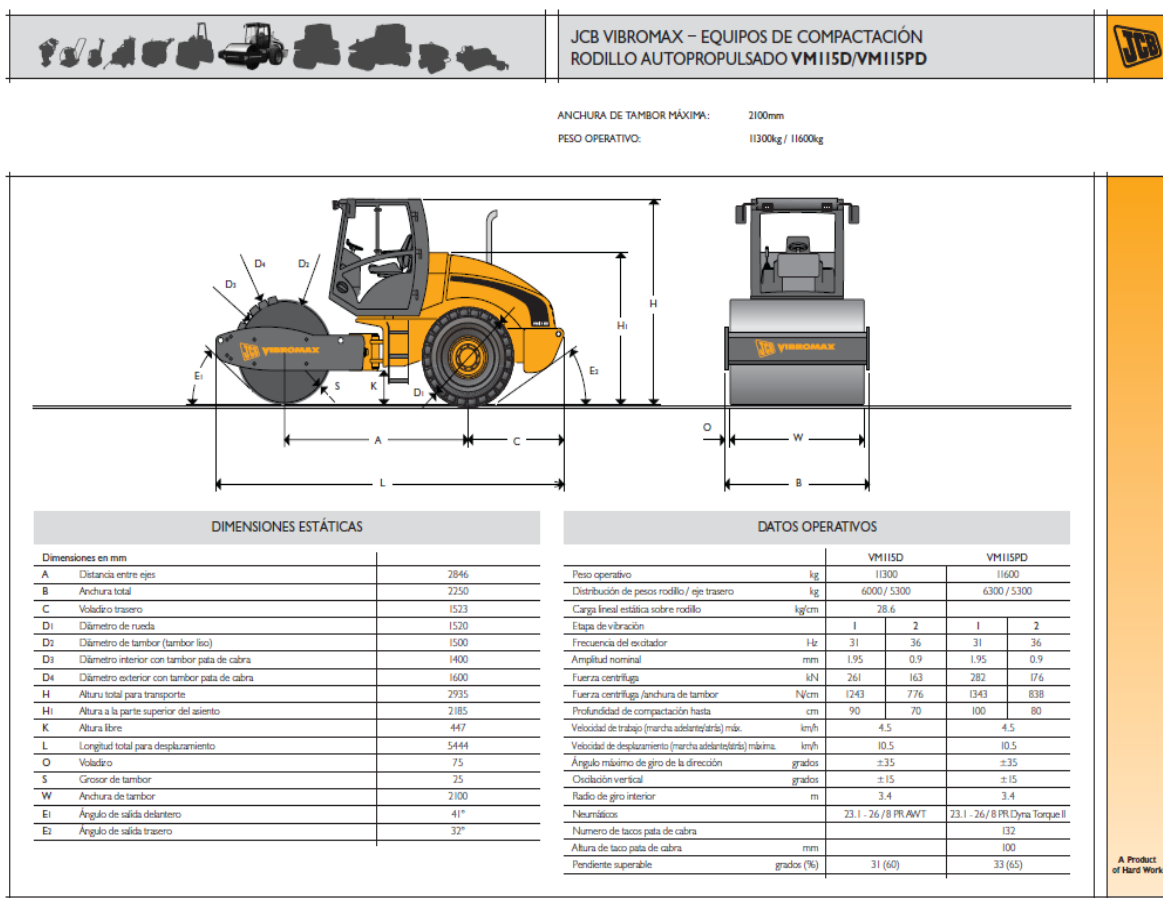
* Las especificaciones que se muestran corresponden a la máquina equipada con cucharón cargador de uso general de 0,96 m³ (1,25 yd³), cucharón retroexcavador de servicio pesado de 610 mm (24"), contrapeso de 115 kg (255 lb), operador de 80 kg (176 lb) y tanque de combustible lleno.

Dirección		
Tipo	Rueda delantera	
Servodirección	Hidrostática	
Calibre	105 mm	4,13"
Carrera	127 mm	5,0"
Diámetro de la varilla	36 mm	1,4"
Oscilación del eje	11°	
Radio de giro: tracción en 2 ruedas/tracción en 4 ruedas (rueda inferior sin freno)		
Ruedas exteriores delanteras	8,18 m	26' 10"
Cucharón cargador exterior más ancho	10,97 m	36' 0"

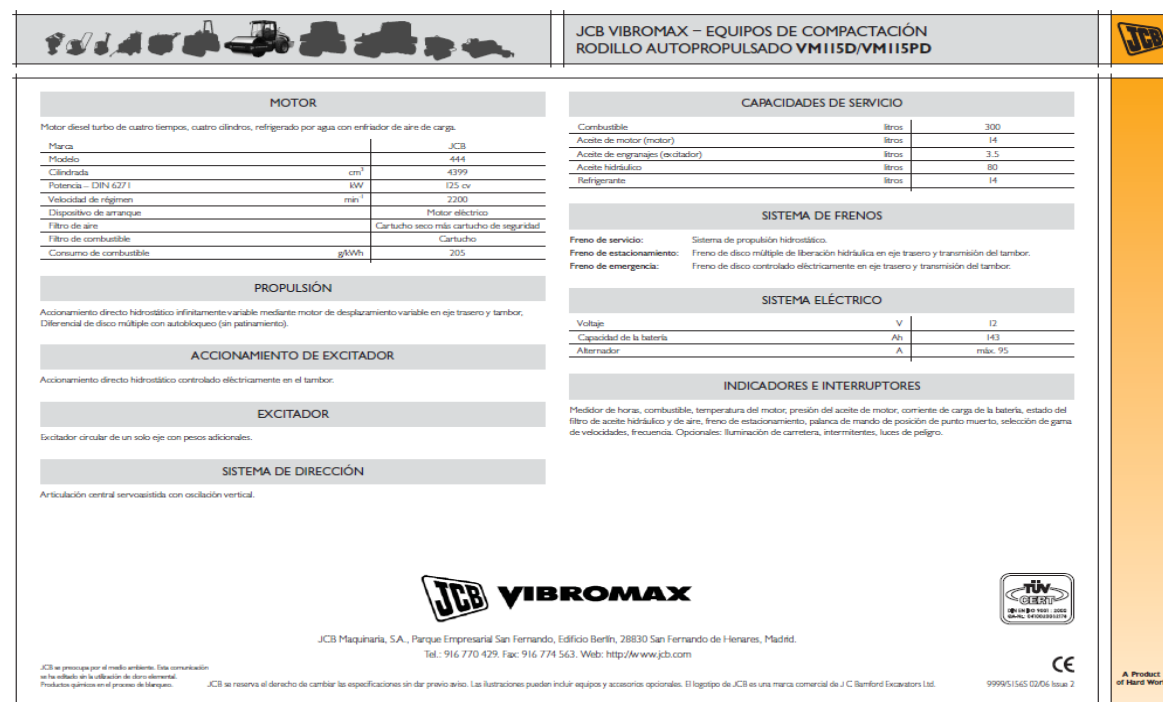
Clasificaciones de los ejes		
Eje delantero con tracción en 2 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje delantero con tracción en 4 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje trasero		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Oscilación del eje	10 grados	

* Los ejes de tracción en las cuatro ruedas y de tracción en dos ruedas están montados en péndulo y sellados y lubricados permanentemente por lo que no requieren mantenimiento diario. Posee también un cilindro de dirección de doble acción con un ángulo de dirección de 52° que mejora la maniobrabilidad.

ANEXO 08



A Product of Hard Work



ANEXO 09

Especificaciones del Tractor Tractor de Cadenas D10T

Motor		
Modelo de motor	Cat® C27 ACERT™	
Potencia en el volante	433 kW	580 hp
Potencia neta - DIN 70020	601 PS	
Calibre	137,2 mm	5,4 pulg
Carrera	152,4 mm	6 pulg
Cilindrada	27 L	1647,6 pulg ³
Potencia bruta SAE J1995	482 kW	646 hp
Potencia bruta ISO 14396	471 kW	632 hp
Potencia neta SAE J1349/ISO9249 con ventilador pequeño	450 kW	603 hp
Potencia neta SAE J1349/ISO9249	433 kW	580 hp
Potencia neta 80/1269/EEC	433 kW	580 hp

- No se requiere disminución de potencia hasta 4.572 m (15.000 pies) de altitud.
- La potencia neta publicada es la disponible en el volante cuando el motor está equipado con un ventilador a velocidad máxima (a menos que se indique algo diferente), filtro de aire, silenciador y alternador.
- Las clasificaciones del motor aplican a 1.800 rpm.

Capacidades de llenado		
Tanque de combustible	1204 L	318 gal
Sistema de enfriamiento	151 L	39,9 gal
Carter del motor*	76 L	20,1 gal
Tren de fuerza	193 L	51 gal
Mandos finales (cada uno)	23 L	6,1 gal
Bastidores de rodillos superiores (cada uno)	64 L	16,9 gal
Compartimiento del eje de pivote	33 L	8,7 gal

- *Con filtros de aceite.

•

Pesos		
Peso en orden de trabajo	66 451 kg	146 499 lb
Peso de envío	48 263 kg	106 402 lb
<ul style="list-style-type: none"> • Peso de embarque: Incluye lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno en un 20%, estructura ROPS, cabina FOPS y zapatas de servicio extremo de 610 mm (24 pulg) • Peso en orden de trabajo: Incluye controles hidráulicos, cilindro de inclinación de la hoja, refrigerante, lubricantes, tanque de combustible completamente lleno, estructura ROPS, cabina FOPS, hoja semiversal, desgarrador de un vástago, zapatas de servicio extremo de 610 mm (24 pulg) y operador. 		

Tren de rodaje		
Tipo de zapata	Servicio extremo	
Ancho de la zapata	610 mm	24 pulg
Zapatas/lado	44	
Altura de las garras	93 mm	3,7 pulg
Paso	260 mm	10,2 pulg
Espacio libre sobre el suelo	615 mm	24,2 pulg
Entreveria	2550 mm	100,4 pulg
Longitud de la cadena en el terreno	3885 mm	12 pie 9 pulg
Área de contacto con el terreno	4,7 m ²	7326 pulg ²
Rodillos inferiores por lado	8	
Número de rodillos superiores	1 por lado (optativo)	

• Cadena con retención firme del pasador.		
---	--	--

Bastidor de rodillos inferiores		
Oscilación	351 mm	13,8 pulg

Controles hidráulicos		
Tipo de bomba	Engranaje	
Caudal del cilindro de levantamiento	404 L/min	107 gal/min
Caudal del cilindro de inclinación	112 L/min	30 gal/min
Ajuste de la válvula de alivio de la hoja topadora	18 790 kPa	2725 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del cilindro de inclinación	20 340 kPa	2950 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (levantamiento)	18 790 kPa	2725 lb/pulg ²
Ajuste de la válvula de alivio del desgarrador (inclinación vertical)	18 790 kPa	2725 lb/pulg ²
Capacidad del tanque	144 L	38 gal

- Caudal de la bomba medido a 1.800 rpm y 6.895 kPa (1.000 lb/pulg²).
- La válvula piloto electrohidráulica ayuda en la operación de los controles del desgarrador y de la hoja topadora. El sistema hidráulico incluye cuatro válvulas para usar con la hoja y el desgarrador.
- El sistema completo consta de una bomba, tanque con filtro, enfriador de aceite, válvulas, tuberías, varillaje y palancas de control.

Embrague y frenos		
Diámetro de los embragues de discos múltiples conectados hidráulicamente	392 mm	15,4 pulg

Transmisión		
Avance 1	4 km/h	2,5 millas/h
Avance 2	7,2 km/h	4,5 millas/h
Avance 3	12,7 km/h	7,9 millas/h
Retroceso 1	5,2 km/h	3,2 millas/h
Retroceso 2	9 km/h	5,6 millas/h
Retroceso 3	15,8 km/h	9,8 millas/h
Avance 1 - Fuerza en la barra de tiro (1.000)	1000,9 N	225 lbf
Avance 2 - Fuerza en la barra de tiro (1.000)	556 N	125 lbf
Avance 3 - Fuerza en la barra de tiro (1.000)	306,9 N	69 lbf

ANEXO 10

Volquete A7 420 V 8x4



Foto referencial

Representante Exclusivo
Motormundo

www.sinotruk.pe



Volquete A7 420 V 8x4

Oficina principal:
Av. Carretera Central 1255, Santa Anita - Lima
T: 611-9339



MOTOR	
Marca	SINOTRUK
Modelo	D12.42-30 (Euro III)
Tipo	Longitudinal de 4 tiempos enfriado por agua, 6 cilindros en línea, 24 válvulas, culatas individuales.
Sistema de alimentación	Turbo con Válvula Wastagata e Intercooler, inyección electrónica de alta presión "Common-Rail".
Tipo de combustible	Diesel
Cilindrada (cc)	11,596
Máxima potencia	420 HP (309 kW) @ 2,000 rpm
Máximo torque	1,820 Nm (185.5 Kg-m) @ 1,100 - 1,400 rpm
Diámetro del pistón (mm)	126
Carra del pistón (mm)	155
Relación de compresión	17 a 1
Capacidad de aceite (lt)	38

EMBRAGUE	
Marca	SINOTRUK
Modelo	430A
Tipo	Monodisco seco 430 mm
Operación	Diáfragma con espiral accionado hidráulicamente con asistencia neumática.

TRANSMISIÓN	
Marca	SINOTRUK
Modelo	HW19710T
Tipo	Mecánica, 10 velocidades y 2 reversas (sincronizada).

RELACIÓN DE MARCHAS												
M	1ra	2da	3ra	4ta	5ta	6ta	7ma	8va	9na	10ma	R1	R2
R	14.36	10.66	7.88	5.82	4.38	3.28	2.44	1.80	1.33	1.00	14.01	3.20

EJES / SUSPENSIÓN	
Eje delantero	HP9 Rígido con sección cruzada en doble T
Capacidad eje delantero (Kg)	9,000 + 9,000
Suspensión delantera	Muelles de 10 hojas
Ejes posteriores	AC16 Reducción Simple
Capacidad ejes posteriores (Kg)	32,000 (16,000 x 2)
Suspensión posterior	Muelles de 12 hojas
Relación de corona	i = 5.45, con cubos reductores.
Traba	De remito y diferencial

DIRECCIÓN	
Marca	ZF
Modelo	8098
Tipo	Hidráulica asistida
Presión de Trabajo (bar)	170
Relación de giro	22.2 - 26.2 : 1

CHASIS	
Estructura	Acero de alta resistencia
Tanque de combustible (gal / lt)	80 / 300 de Aluminio

TOLVA	
Volumen (m3)	21.3
Grosor de las Planchas (mm)	Piso 12, Laterales 6
Sistema de Levante	PTO HW50, Bomba Hidráulica y Pistón Hyna.
Configuración	Tolva Poligonal

SISTEMA DE FRENS	
Tipo	Delantero y posterior de tambor, Sistema WABCO de Frenos Antibloqueo (ABS) y Regulador Antideslizante de Ruedas (ASR).

Freno de servicio	Sistema dual de aire comprimido. Presión de Trabajo de 810 kPa.
-------------------	---

Freno de estacionamiento	Tipo resorte, aire comprimido cargado en las ruedas posteriores.
Freno de motor	Freno de motor de apertura de válvula (EVB) y freno al escape (EEB).

NEUMÁTICOS	
Medida	12.00 R20
Aros	8.5" - 20" / 10 agujeros.

SISTEMA ELÉCTRICO	
Voltaje (V)	24

Alternador (kW)	1.5
-----------------	-----

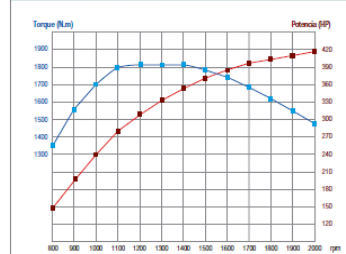
Baterías	2 de 12 V y 165 A-h
----------	---------------------

PESOS	
Capacidad de ejes (Kg)	50,000

Capacidad de Carga (Kg)	31,750
-------------------------	--------

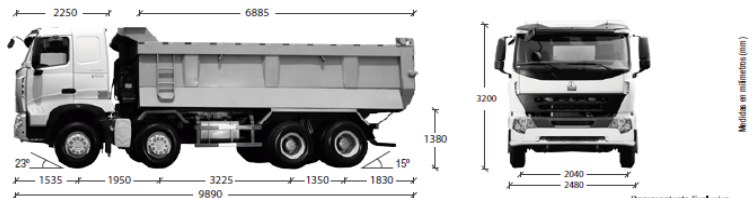
Peso del vehículo (Kg)	18,250
------------------------	--------

CURVAS DE MOTOR D12.42-30.



CABINA

Modelo A7-P con Certificado de Resistencia de Cabina de acuerdo a ensayo ECE-R29, de techo bajo y piso alto con 1 litera, visera con luces, suspensión neumática flotante de 4 puntos con amortiguadores y estabilizador horizontal. Asiento del piloto con suspensión neumática, cinturón de seguridad de 3 puntos, velocidad de cruce, timón regulable, aire acondicionado, climatizador, calefacción, tacógrafo digital SIEMENS (MTC01324), lunas eléctricas, espejos eléctricos, pestillos eléctricos, encendedor, equipo de audio y video mp5 con radio AM/FM con entrada SD y USB.



Representante Exclusivo
Motormundo

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifíco que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS OBRAS CIVILES EN EL DEPARTAMENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE LA EMPRESA HM CONTRATISTAS S.A, LIMA-2017", del estudiante ESPINOZA PALACIOS, JESSICA JERALDIN; tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 05 de noviembre del 2018


DR. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ESPINOZA PALACIOS JESSICA JERALDIN

INFORME TITULADO:

APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA
MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS OBRAS CIVILES EN EL
DEPARTAMENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE LA EMPRESA HM
CONTRATISTAS S.A, LIMA-2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

___INGENIERO INDUSTRIAL___

SUSTENTADO EN FECHA: 14/07/17

NOTA O MENCIÓN: 13



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Jessica Jeraldin Espinoza Palacios, identificado con DNI N° 48298079 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS OBRAS CIVILES EN EL DEPARTAMENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS DE LA EMPRESA HM CONTRATISTAS S.A, LIMA-2017"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


 FIRMA

DNI: 48298079

FECHA: 05 de noviembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

134